



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

METODOLOGIA LOCALIZACION RELATIVA HUNDIMIENTOS DE TENSION (SAGS) MEDIDOS EN BARRAS DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

I.E. Bianey Bravo Valencia

Universidad Nacional de Colombia
Facultad Ingeniería y Arquitectura
Departamento Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación
Manizales, Colombia
2015

METODOLOGIA LOCALIZACION RELATIVA HUNDIMIENTOS DE TENSIÓN (SAGS) MEDIDOS EN BARRAS DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

I.E. Bianey Bravo Valencia

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería - Ingeniería Eléctrica

Director:

PhD. Eduardo Antonio Cano Plata, UN

Universidad Nacional de Colombia
Facultad Ingeniería y Arquitectura
Departamento Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación
Manizales, Colombia

2015

*No es lo que sucede, sino la actitud
que asumimos frente a ello, lo que hace la
diferencia.*

Agradecimientos

A Dios, por la fuerza y amor.

Al profesor, Armando Ustariz, por sus consejos y recomendaciones.

Al director, Eduardo Cano, por su apoyo en la tesis.

A la Universidad Nacional de Colombia, por abrirme sus puertas.

A la empresa, por su apoyo y permitirme realizar este trabajo.

A Santiago Arias y Andrés Felipe Salazar, por su ayuda y acompañamiento en jornadas de estudio.

A mis compañeros, profesores y personal administrativo de la maestría.

A la memoria de mi padre, Félix.

A mi madre, María Deisy. Mis hijos, Sthefania y Juan David. Mis hermanos, Félix María y Sor María Engracia. Mi novia, Daniela. A todos, gracias por estar conmigo y apoyarme.

Resumen

Este trabajo de tesis presenta una metodología para determinar la localización relativa de hundimientos de tensión medidos en barras de subestaciones eléctricas. Se utiliza información de hundimientos de tensión registrados por equipos de medición de calidad de potencia, en los meses de noviembre y diciembre de 2013, en barras de una subestación con niveles de tensión 115, 33 y 13.2 kV. La metodología usa los descriptores tiempo de registro y magnitud del hundimiento, con los cuales se determina la localización relativa del mismo, es decir, el nivel de tensión en el cual se originó. Esta metodología aplica para registros de hundimientos de tensión de dos o más equipos de medida de calidad de potencia, sincronizados en tiempo. Se elabora un algoritmo con la herramienta Matlab para procesar la información y obtener una tabla de resultados. Los resultados se comparan con la localización relativa de los hundimientos entregada por el software de los equipos de medición. Se obtuvo una coincidencia del 35%, de la localización calculada por la metodología con la localización dada por el equipo de medición, algunos aspectos de la información entregada por el equipo influyeron para que esta fuera más alta. Se observa un mejor rendimiento en la localización relativa de hundimientos monofásicos y trifásicos. Esta metodología es un aporte a la localización relativa de hundimientos de tensión usando un algoritmo sencillo y de fácil aplicación.

Palabras clave: Localización Relativa, Hundimientos de Tensión, Calidad de Potencia.

Abstract

METHODOLOGY RELATIVE LOCATION VOLTAGE SAGS MEASURED IN DISTRIBUTION SUBSTATIONS BARS

This work establishes a methodology to determine the relative location of voltage sags measured in bars of substations of transmission and distribution of electricity system. It use information of voltage sags recorded by measuring equipment power quality in the months of November and December 2013 in bars of a substation with voltage levels 115, 33 and 13.2 kV. The methodology uses the descriptors of registration time and magnitude of voltage sag, with which the relative location is determined, i.e. the voltage level in which originated. This methodology applies to records of voltage sags of two or more monitoring equipment of power quality synchronized in time. By using an algorithm in Matlab tool to process information and get a result table. The results of the methodology are compared with the relative location calculated by the measurement equipment. It was obtained coincidence of 35% of the calculated location of the methodology with respect to the location given by the measuring equipment, some aspects of the information provided by the equipment which influenced so that the coincidence was highest. Better performance on the relative location of single and three phase sags is observed. This methodology is a contribution to the relative location of sags voltage using a simple and easily applied algorithm.

Keywords: Relative Location, Voltage Sags, Power Quality.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Definiciones	XI
Lista de abreviaturas	XIII
Capítulo 1	15
Introducción	15
1.1. Identificación del problema.....	17
1.2. Motivación e interés por el tema.....	18
1.3. Objetivos del presente trabajo.....	19
1.4. Estructura del documento.....	20
Capítulo 2	21
Hundimientos de tensión en los sistemas eléctricos	21
2.1. Definición	22
2.2. Parámetros.....	23
2.2.1. Magnitud	23
2.2.2. Duración.....	23
2.3. Causas y efectos.....	24
2.4. Medición.....	26
2.5. Caracterización y clasificación.....	27
2.5.1. Magnitud y duración.....	27
2.5.2. Salto del ángulo de fase.....	29
2.5.3. Propagación	29
2.5.4. Clasificación	31
2.6. Localización	36
2.6.1. Localización relativa.....	36
2.6.2. Localización exacta.....	40
Capítulo 3	43
Nueva metodología para determinar la localización relativa hundimientos de tensión 43	
3.1. Metodología de localización relativa	45
3.2. Subestación sistema de distribución	45
3.3. Tabla de datos	46
3.3.1. Composición de la tabla de datos.....	47
3.3.2. Organización tabla de datos.....	49
3.4. Descriptores	49

3.5.	Algoritmo localización relativa	51
3.5.1.	Función comparación	51
3.5.2.	Función ordenamiento.....	52
3.5.3.	Función Generar XLS.....	56
3.6.	Tabla de resultados.....	57
Capítulo 4		61
Análisis de resultados		61
4.1.	Análisis.....	62
4.2.	Perspectivas de aplicación	64
Capítulo 5		65
Conclusiones		65
5.1.	Conclusiones.....	66
5.2.	Futuras investigaciones.....	67
Anexo A: Medición clase A - hundimientos de tensión IEC 61000-4-30		68
Anexo B: Tabla hundimientos de tensión subestación SUB1		71
Anexo C: Sincronización tiempo equipos de medición PQ subestación SUB1		84
Anexo D: Funciones en Matlab algoritmo localización relativa hundimientos de tensión		85
Anexo E: Modulo localización relativa hundimientos de tensión Medidor PQ.		94
Anexo F: Tabla de resultados		96
Bibliografía		113

Lista de figuras

Figura 1: Descripción del hundimiento de tensión	22
Figura 2: Método estándar: clasificación hundimientos de tensión magnitud y duración. 27	
Figura 3: Tipos de hundimientos de tensión: Trifásico desbalanceado, trifásico balanceado, arranque de motores y energización de transformadores.....	28
Figura 4: Hundimiento de tensión. (a) V_{abc} tensiones fundamentales 60 Hz (b) salto del ángulo de fase.....	29
Figura 5. Tipos de hundimientos de tensión clasificación ABC	32
Figura 6. Localización relativa disturbio aguas arriba/aguas abajo	37
Figura 7. Características Tensión U – Corriente I para eventos a) aguas arriba y b) aguas abajo	38
Figura 8. Topología subestación SUB1	46
Figura 9. Magnitud del hundimiento - tensión residual.....	50
Figura 10. Diagrama de flujo - Función comparación	52
Figura 11. Diagrama de flujo - función ordenamiento	56
Figura 12. Diagrama de flujo - Función generar XLS	57
Figura 13. Archivo Excel tabla de resultados.....	58
Figura 14. Esquema sincronización tiempo equipos medición PQ.....	84

Lista de tablas

Tabla 1: Clasificación hundimientos de tensión	24
Tabla 2. Combinación de factores - clasificación hundimientos de tensión ABC.....	33
Tabla 3. Propagación hundimientos de tensión transformadores Dy.	34
Tabla 4. Relación entre la clasificación ABC y por componentes simétricos para hundimientos de tensión desbalanceados.	35
Tabla 5. Datos hundimientos de tensión subestación 1.	46
Tabla 6. Categorías eventos RMS.....	48
Tabla 7. Tipos de hundimientos lista eventos de análisis	62
Tabla 8. Coincidencia localización relativa calculada v.s medidor PQ	63
Tabla 9. Coincidencia localización relativa descriptor tiempo v.s descriptor magnitud	63

Definiciones

Calidad de potencia. Conjunto de características de la electricidad en un punto dado de un sistema de potencia en un momento determinado, que permiten satisfacer las necesidades requeridas por el usuario de la electricidad. Estas características son evaluadas con respecto a un conjunto de parámetros técnicos de referencia. (Véase la norma NTC 5001)

Carga no lineal. Una carga eléctrica cuya característica tensión/corriente es no lineal, es decir que la señal de corriente no sigue la misma forma de onda de la señal de tensión, de la cual se está alimentando la carga. (Véase la norma NTC 5001)

Componente armónica. Señal senoidal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. (Véase la norma NTC 5001)

Componente interarmónica. Componente senoidal de una cantidad periódica senoidal cuya frecuencia se sitúa entre las frecuencias de los armónicos, es decir, cuya frecuencia no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. (Véase la norma NTC 5001)

Descriptor: En el lenguaje documental, este término se usa para correlacionar una palabra o conjunto de palabras con una estructura de datos.

Elevación (SWELL): Aumento brusco de la tensión de alimentación a un valor situado, por encima del 110 % de la tensión declarada V_c , seguida del restablecimiento de la tensión después de un corto lapso de tiempo. Por convenio, esta variación de corta duración dura entre medio ciclo a 1 min. (Véase la norma NTC 5001)

Escalabilidad: Es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para reaccionar y adaptarse sin perder calidad, o bien manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos.

Estampa de tiempo: Conjunto de caracteres que establecen la fecha (día/mes/año) y el momento exacto (hora: minuto: segundo) en que se presenta un evento o disturbio.

Hundimiento (SAG). Disminución brusca de la tensión de alimentación a un valor situado, entre el 90 y el 10 % de la tensión declarada V_c seguida del restablecimiento de la tensión después de un corto lapso de tiempo. Por convenio, esta variación de corta duración dura entre medio ciclo a 1 min. (Véase la norma NTC 5001)

Interoperabilidad: Es la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada

Interrupción de alimentación. Es un evento de caída de tensión por debajo del 10 % de la tensión declarada V_c . (Véase la norma NTC 5001)

Medida Clase A. Este tipo de medida es usada cuando se requieren tomar medidas precisas como en el caso de aplicaciones contractuales, verificación contra valores

normativos o solución de reclamaciones o controversias contractuales. (Véase la norma NTC 5001)

Operador de Red (OR). Es la persona o entidad encargada de la planeación, expansión, inversión, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional (STR) o Sistema de Distribución Local (SDL). (Véase la norma NTC 5001)

Perturbación o disturbio. Fenómeno electromagnético propagado a lo largo de los conductores de las líneas de una red eléctrica.

En ciertos casos, este fenómeno electromagnético se propaga a través de los arrollamientos de los transformadores y, por lo tanto, en redes de diferentes niveles de tensión. Estas perturbaciones pueden degradar las prestaciones de un aparato, de un equipo o de un sistema, o provocar daños. (Véase la norma NTC 5001)

Sincronización de tiempo: Acción mediante la cual un sistema de monitoreo de tiempo, verifica el tiempo de registro de un equipo con el tiempo de un patrón, si se encuentra diferencia se envía un pulso de sincronización al equipo.

Tensión de alimentación: Valor eficaz de la tensión presente en un instante dado en el punto de suministro, y medido en un intervalo de tiempo dado. (Véase la norma NTC 5001)

Tensión nominal de una red (V_n). Tensión que caracteriza o identifica una red y a la cual se hace referencia para ciertas características de funcionamiento. (Véase la norma NTC 5001)

Usuario. Entidad o persona que utilice el servicio de energía eléctrica por medio de la conexión a un STR o un SDL. (Véase la norma NTC 5001)

Valor Medio Cuadrático R.M.S. (*Root-Mean-Square*). Raíz cuadrada de la media aritmética de los valores instantáneos elevados al cuadrado, de una cantidad tomada sobre un intervalo de tiempo específico y con un ancho de banda determinado. (Véase la norma NTC 5001)

Valor eficaz de tensión y corriente. Valor medio cuadrático de la tensión o de la corriente. (Véase la norma NTC 5001)

Lista de abreviaturas

Abreviatura Término

<i>CREG</i>	Comisión de regulación de energía y gas
<i>OR</i>	Operador de red
<i>IEC</i>	International Electrotechnical Commission
<i>IEEE</i>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<i>NTC</i>	Norma tecnica colombiana
Min	Minuto
Seg	Segundo
p.u	Por unidad

Capítulo 1

Introducción

El desarrollo tecnológico en las últimas décadas, ha elevado el uso de dispositivos electrónicos en la industria, comercio y hogar. Algunos de estos dispositivos, tales como: equipos de cómputo, elementos de mando y control, dispositivos de control de velocidad y variadores de frecuencia; son sensibles a perturbaciones que se presentan en el servicio de energía eléctrica. Estas perturbaciones son fenómenos transitorios de corta duración que afectan la onda de tensión eléctrica[1]. Los hundimientos de tensión han sido identificados como uno de los principales fenómenos transitorios que afectan este tipo de dispositivos [8][9], ocasionando altos costos por pérdidas de producción y daño de elementos [5][6][7]. Este tipo de perturbación será objeto de estudio en este trabajo de tesis.

Por lo anterior, los organismos encargados de la regulación del servicio de energía eléctrica, han establecido normas para medir y evaluar la calidad de la potencia eléctrica que las empresas suministran a los usuarios [1][2], uno de los parámetros a medir son las variaciones de corta duración, entre las que se encuentran los hundimientos de tensión.

En el caso colombiano, la regulación emitida por la CREG ¹, establece que las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica llamados operadores de red (OR), deben realizar medición de los parámetros de la calidad de potencia eléctrica en las barras de los diferentes niveles de tensión de las subestaciones eléctricas de distribución, esta medición debe hacerse con equipos clase A ²; si los valores medidos sobrepasan los permitidos, la empresa debe identificar la fuente que genera la perturbación, establecer tiempo y mecanismo de corrección.

Desde los años 90's se ha estudiado este fenómeno transitorio, la clasificación de los hundimientos de tensión se realiza a través del estudio de las características de magnitud y duración, esto ha ayudado a entender su comportamiento y efecto sobre diferentes elementos del sistema eléctrico. Hacia finales de los 90's, se empezaron a plantear metodologías para determinar la localización relativa (aguas arriba/aguas abajo) y exacta del hundimiento de tensión, esta característica sirve para identificar el origen del mismo [12][13] y plantear acciones preventivas y/o correctivas para disminuir o eliminar su efecto.

A nivel mundial, solo algunos equipos de medición de calidad de potencia eléctrica cuentan con función de localización relativa de hundimientos de tensión, estos equipos identifican si el hundimiento se originó aguas arriba o aguas abajo del punto de medición (upstream/downstream).

Este trabajo de tesis presenta una metodología sencilla para determinar la localización relativa de hundimientos de tensión medidos en barras de subestaciones.

¹ Resoluciones CREG 024 de 2005 y CREG 016 de 2007.

² IEC 61000 parte 4-30 de 2008.

1.1. Identificación del problema

El marco regulatorio colombiano para la prestación del servicio de energía eléctrica, respecto a la calidad de potencia suministrada es cada vez más exigente [2], lo cual motiva una nueva cultura del servicio para los OR y para los usuarios un cambio de actitud frente al servicio de energía suministrado [4].

Este nuevo marco de referencia, implica que la calidad de la energía eléctrica vaya más allá de la continuidad en el suministro de energía e involucre parámetros como amplitud, frecuencia (f), forma de onda de las señales de tensión (V) y corriente (I).

Así mismo, el elevado desarrollo de equipos electrónicos altamente sensibles a las perturbaciones electromagnéticas, tales como, dispositivos de electrónica de potencia, controladores basados en microprocesadores, y en general, el uso de dispositivos que presentan un comportamiento no lineal ante las ondas de tensión y corriente, ha incrementado la atención de los usuarios y prestadores del servicio, en lo concerniente a la calidad de la señal de tensión y de corriente.

Los OR reciben quejas o reclamos de los usuarios respecto a la calidad del servicio de energía, que en muchos casos, ya no recae sobre problemas de continuidad o interrupción del servicio, sino en perturbaciones electromagnéticas que afectan la calidad de la onda de tensión o corriente suministrada, las cuales afectan los procesos o inducen fallas en los sistemas eléctricos y las cargas instaladas.

En muchos de estos análisis, se ha encontrado que el hundimiento de tensión es la perturbación electromagnética que más fallas inducen sobre las cargas de los usuarios.

El hundimiento de tensión se presenta al producirse fallas en los sistemas de distribución de energía o por la operación de cargas del sistema eléctrico (Ej.: Arranque de motores, operación bancos de condensadores).

La regulación colombiana indica que los equipos para la medición de hundimientos y elevaciones de tensión en las barras de subestaciones, deben hacerlo conforme a la norma IEC 61000-4-30 [2]. Respecto a los hundimientos de tensión, esta norma determina la medición de la forma de onda, la magnitud y el tiempo de duración del mismo.

Cuando se analiza la solicitud de un usuario, respecto a una falla en la prestación del servicio que tiene que ver con hundimientos de tensión; se ve la necesidad de contar con información adicional del disturbio, esto es, sumado a la forma de onda, magnitud y duración, se requieren otros atributos como la localización relativa y/o exacta del mismo, para determinar la fuente que lo origino.

1.2. Motivación e interés por el tema

Solo algunos equipos para medición parámetros de calidad de potencia, permiten indicar automáticamente la localización relativa (aguas arriba/aguas abajo) del hundimiento de tensión registrado.

Contar con esta característica del hundimiento es muy importante, ya que permite al área de análisis de calidad de potencia identificar posibles fuentes del disturbio.

Diferentes investigadores han propuesto metodologías para determinar la localización relativa de los hundimientos de tensión, estas aplican algoritmos complejos en su determinación, algunos de estos algoritmos han sido desarrollados y aplicados en los equipos de medición que cuentan con módulo de localización relativa.

Por lo anterior, se observa la necesidad de contar con una metodología sencilla basada en el procesamiento de los datos de hundimientos de tensión, para determinar la localización relativa del disturbio (aguas arriba/abajo del punto de medición), este es un paso importante en la identificación de la fuente del disturbio, y así plantear acciones de mitigación o eliminación del mismo.

1.3. Objetivos del presente trabajo

El presente trabajo comprende el análisis del estado del arte de la localización de hundimientos de tensión y las diferentes metodologías planteadas por investigadores para determinar su localización, principalmente se centra en la localización relativa de este tipo de fenómeno electromagnético.

Objetivo general

Establecer una metodología que permita determinar la localización relativa de hundimientos de tensión medidos en barras de subestaciones del sistema de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Objetivos específicos

- ✓ Proponer una metodología que tome los parámetros de los hundimientos de tensión en diferentes barras de una subestación, los compare e indique la localización relativa del mismo.
- ✓ Determinar los descriptores necesarios de las medidas de hundimientos de tensión que permitan establecer su localización relativa.
- ✓ Probar la metodología propuesta con datos reales de localización relativa de hundimientos de tensión medidos en las barras de una subestación.

1.4. Estructura del documento

El **Capítulo 1** presenta la introducción general de la tesis, se expone el contexto del trabajo realizado, la identificación del problema, los aspectos que motivaron trabajar sobre este tema, los objetivos que se desarrollaron y la estructura del documento.

En el **Capítulo 2** se presentan los fundamentos teóricos de los hundimientos de tensión, las diferentes causas que generan este disturbio, las normas técnicas que establecen la forma de medición del mismo, el estado del arte de las diferentes metodologías para su clasificación y localización.

El **Capítulo 3** describe la metodología propuesta, en la cual se establece los datos y descriptores a utilizar, se explican el algoritmo y las funciones desarrolladas en la herramienta Matlab para el procesamiento de la información y la tabla de resultados resultante.

En el **Capítulo 4** se presentan el análisis de los resultados obtenidos y las perspectivas de aplicación de la metodología propuesta.

El **Capítulo 5** presenta las principales conclusiones de este trabajo de tesis y las futuras investigaciones que se pueden desarrollar a partir del trabajo realizado.

Capítulo 2

Hundimientos de tensión en los sistemas eléctricos

En este capítulo se hace una descripción completa de este tipo de disturbio de la onda de tensión: definición, parámetros para su caracterización, causas y efectos, metodología de medición, caracterización, clasificación y localización.

2.1. Definición

La palabra americana “sag” (hundimiento) y la europea “dip” (depresión), son las usadas para hacer referencia a los hundimientos de tensión en las normas internacionales.

El estándar americano IEEE 1159-2009 [1], define:

- *Sag*: disminución de la tensión eficaz a entre 0.1 y 0.9 p.u para duraciones de 0.5 ciclos hasta 1 min.

La norma europea IEC 61000-4-30 [3], cita lo siguiente:

- *Dip*: reducción temporal de la magnitud de la tensión en un punto en el sistema eléctrico por debajo de un umbral.

A nivel nacional tenemos la norma técnica colombiana NTC³, la cual presenta la siguiente definición:

- Los hundimientos de tensión (Sags) son reducciones súbitas del valor eficaz de la tensión por debajo del 90 % y por encima del 10 % de la tensión declarada, seguido por un retorno a un valor más alto que el 90 % de la tensión declarada, en un tiempo que varía desde los 8,33 milisegundos (medio ciclo a 60 Hz) hasta un (1) min. Los hundimientos de tensión son caracterizados por su duración y por la magnitud de la caída (véase la Figura 1).

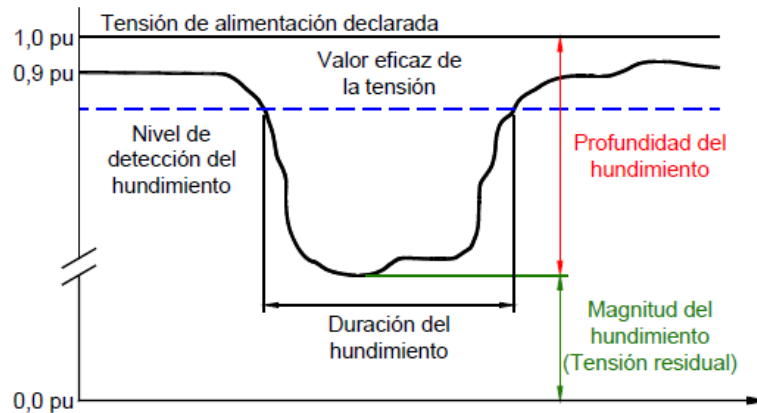


Figura 1: Descripción del hundimiento de tensión

³ NTC-5001 : Calidad de la potencia eléctrica. Límites y metodología de evaluación en Punto de conexión común del 2008.

2.2. Parámetros

Las normas establecen que el hundimiento de tensión es caracterizado por dos parámetros: magnitud y duración [1][3][4].

Adicional a estos, en la literatura se han introducido otros parámetros como salto de ángulo de fase, características trifásicas, localización, etc.

2.2.1. Magnitud

La magnitud está determinada por el menor valor de tensión eficaz U_{rms} medido en alguna de las fases durante el hundimiento de tensión, respecto a un valor de referencia, que comúnmente es la tensión nominal U_n o la tensión deslizante U_{sr} [3].

- ✓ *Tensión eficaz (U_{rms}):* Raíz cuadrada de la media aritmética de los valores instantáneos de tensión elevados al cuadrado, en una alternancia de corriente alterna, para un intervalo de tiempo específico y con un ancho de banda determinado.

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (v(t))^2 \cdot dt}$$

- ✓ *Tensión nominal (U_n):* Tensión por la cual un sistema eléctrico es identificado.
- ✓ *Tensión deslizante (U_{sr}):* Magnitud de tensión promediada sobre un intervalo de tiempo específico, el cual representa la tensión previa a la ocurrencia de un hundimiento o una elevación en tensión.

Para el caso colombiano la regulación ha establecido la tensión deslizante U_{sr} , como el valor de referencia para la medición de hundimientos de tensión.

El valor de la magnitud se puede dar en porcentaje (%) o en p.u.

2.2.2. Duración

Es el tiempo medido, entre el instante en que la tensión en un punto en particular de la red eléctrica cae (inicio) en el umbral definido para hundimientos de tensión (0.9 – 0.1 p.u) y el instante en que la tensión supera (final) nuevamente el umbral.

Para sistemas polifásicos, más comúnmente para trifásicos, el hundimiento de tensión inicia cuando la primera fase cae por debajo del umbral y termina cuando todas las fases superan el umbral.

La IEEE⁴, establece la siguiente clasificación de hundimientos de tensión respecto a su duración (ver Tabla 1)

Variaciones de corta duración – Hundimientos de tensión

Categoría	Duración	Magnitud
Instantáneo	0.5 – 30 ciclos	0.1 – 0.9 p.u
Momentáneo	>30 ciclos -3 seg	0.1 – 0.9 p.u
Temporal	>3 seg – 1 min	0.1 – 0.9 p.u

Tabla 1: Clasificación hundimientos de tensión

2.3. Causas y efectos

Causas

Los hundimientos de tensión son causados al presentarse elevaciones súbitas de corriente que derivan en variaciones de corta duración en la tensión, las cuales se deben al presentarse cortocircuitos, conexión u operación de grandes cargas que demandan gran cantidad de potencia.

Existen muchas causas para estos incrementos temporales de la corriente, las tres principales que las originan son las siguientes [1][4][14]:

- Corto circuitos y fallas a tierra en el sistema de potencias ocasionadas por: descargas atmosféricas, caída de árboles, acciones de terceros, etc.[42]
- Arranque de grandes motores de inducción [32]
- Energización de transformadores [34]

⁴ IEEE 1159-2009

Una cuarta causa principal es la energización de bancos de condensadores [36]; sin embargo, la duración de la sobrecorriente al momento de energización es de solo unos pocos milisegundos, por lo cual el efecto sobre la tensión es considerada típicamente como un transitorio.

Efectos

Los hundimientos de tensión es uno de los disturbios que más se presenta en un sistema eléctrico y que afectan la calidad de potencia suministrada a los usuarios, especialmente las cargas industriales son los que sufren sus efectos [32][33][34].

El efecto que causa depende de la sensibilidad de los equipos o dispositivos conectados, las cuales pueden llegar a fallar, en este aspecto es muy importante la compatibilidad electromagnética de los mismos cuando se está en la etapa de diseño de la instalación eléctrica [49].

Algunos de los efectos que se han identificado son:

- Paradas de procesos
- Reducción de luz visible de algunos dispositivos de iluminación
- Caída de sistemas de comunicaciones.
- Disparo de protecciones
- Funcionamiento defectuoso de equipos
- Salida de operación de controladores de motores
- Incremento en las pérdidas por calentamiento en los motores de inducción debido al aumento en la corriente
- Cambios de velocidad en máquinas de inducción
- Salida de operación de dispositivos electrónicos como computadores y controladores electrónicos
- Pérdida de datos equipos electrónicos.

Diferentes autores han modelado los hundimientos de tensión generados por diferentes cargas y fallas, lo cual ha permitido revisar sus efectos, tal es el caso del modelamiento presentado en [11] y [42].

Así mismo se han planteado índices y metodologías para medir sus efectos [17].

2.4. Medición

IEC 61000-4-30 de 2008: *Testing and measurement techniques - power quality measurement methods.*[3].

Esta norma define los métodos para medición e interpretación de resultados, de los parámetros de calidad de la energía de corriente alterna en sistemas de suministro de energía a 50/60 Hz.

Se describen los métodos de medición para cada parámetro, en términos que dan resultados confiables y repetibles, independientemente del método aplicado.

Los métodos de medición establecidos por esta norma, aplican para mediciones en sitio.

La medición de parámetros contemplados en esta norma, aplica para los fenómenos de tensión que se presentan en un sistema eléctrico. Los parámetros de calidad de la energía considerados en esta norma son: frecuencia, magnitud de la tensión de alimentación, flicker, hundimientos y elevaciones de tensión, interrupciones de tensión, tensiones transitorias, desequilibrio de tensión, armónicos e interarmónicos de tensión, transmisión de señales en la tensión de alimentación y cambios rápidos de tensión.

Dependiendo del propósito de la medición, todos o un subconjunto de los fenómenos enunciados puede ser medido.

Esta norma proporciona los métodos de medición y los requisitos para realizarlo; pero no establece umbrales.

Clases de métodos de medición

Para cada parámetro medido, se definen tres clases (A, S y B). Para cada clase, se incluyen los métodos de medición y los requisitos para realizarlo.

- Clase A

Esta clase se utiliza cuando son necesarias mediciones precisas, por ejemplo, para aplicaciones contractuales que pueden requerir resolución de conflictos, verificación del cumplimiento de las normas, etc.

En el Anexo A: Medición clase A - hundimientos de tensión IEC 61000-4-30, se describen los aspectos que define la norma para esta clase de medición.

- Clase S

Esta clase se utiliza para aplicaciones estadísticas, encuestas o evaluación de calidad de la energía, usando un subconjunto limitado de parámetros. Aunque utiliza intervalos equivalentes de medición igual a los de clase A, los requisitos de procesamiento de clase S son más bajos.

- Clase B

Esta clase se define con el fin de evitar que en la fabricación actual de algunos instrumentos se usen diseños obsoletos. En un futuro, esta clase se eliminara de la norma.

2.5. Caracterización y clasificación

Los hundimientos de tensión pueden ser simples, en los cuales hay un solo escalón de descenso de tensión, o complejos, en los que hay más de un escalón de descenso de tensión o la curva del valor rms durante el hundimiento presenta otras formas. Así mismo, un hundimiento de tensión puede afectar de forma desigual a todas las fases, respecto a la duración, profundidad o forma en cada una. Todo lo anterior, conduce a distintas formas de caracterización de los hundimientos de tensión [16].

2.5.1. Magnitud y duración

Las normas plantean una caracterización basada en la magnitud y la duración del hundimiento de tensión [1][3][4], este es el método estándar (ver Figura 2)

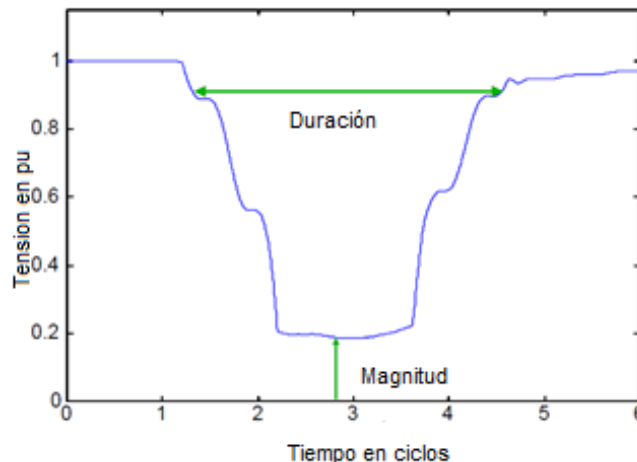


Figura 2: Método estándar: clasificación hundimientos de tensión magnitud y duración

El método estándar funciona adecuadamente para caracterizar hundimientos de origen monofásico o trifásico balanceado, presenta inconvenientes en los siguientes casos (ver Figura 3):

- Hundimientos en sistemas trifásicos desbalanceados
- Hundimientos por arranque de motores y/o energización de transformadores
- Para determinar el origen del disturbio

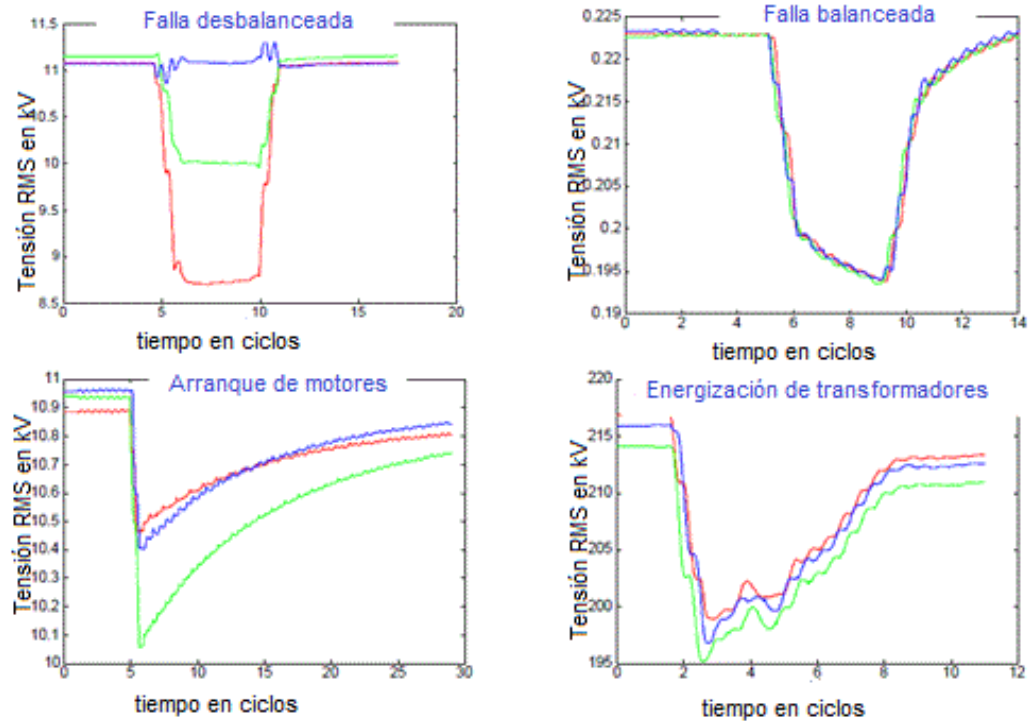


Figura 3: Tipos de hundimientos de tensión: Trifásico desbalanceado, trifásico balanceado, arranque de motores y energización de transformadores.

En la mayoría de los casos, los sistemas de distribución son trifásicos desbalanceados y las principales cargas afectadas por los hundimientos de tensión son de tipo industrial [10] [29], lo cual ha motivado, a algunos investigadores plantear metodologías de caracterización para estudiar el efecto de los hundimientos de tensión sobre estas cargas [30][31][47][48], se ha encontrado que este efecto no puede explicarse totalmente por la magnitud y la duración, esto es, se requieren otras características del disturbio, como por ejemplo: salto del ángulo de fase [9].

2.5.2. Salto del ángulo de fase

Esta característica es explicada por M. Bollen⁵ y es muy utilizada en diferentes metodologías para la caracterización de hundimientos de tensión [43] [45] .

La mayoría de hundimientos de tensión tienen asociado un salto del ángulo de fase (ver Figura 4). En la onda de tensión se hace visible cuando se observa el cruce por cero. Hay dos tipos de fenómenos que causan esta característica, en una falla trifásica, la diferencia entre la relación X/R de la fuente y la del alimentador fallado, conduce a un salto de ángulo de fase idéntico en las tres fases. La segunda causa de saltos de ángulo de fase, se produce por hundimientos de tensión debido a fallas asimétricas.

Esta característica se determina mediante la diferencia entre los ángulos de fase de las tensiones fundamentales antes y durante el hundimiento de tensión.

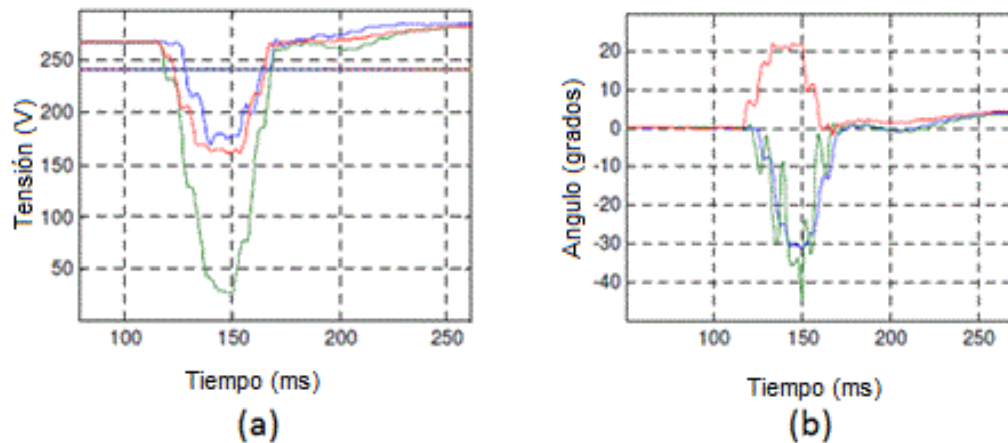


Figura 4: Hundimiento de tensión. (a) V_{abc} tensiones fundamentales 60 Hz (b) salto del ángulo de fase

2.5.3. Propagación

Los disturbios electromagnéticos que se presentan en la onda de tensión, tienen una característica en común, se propagan a través de los componentes del sistema eléctrico.

⁵ M. H. Bollen, "Understanding Power Quality Problems", IEEE press, 2000.

En diferentes análisis, se ha observado la influencia en la propagación de los hundimientos por elementos del sistema eléctrico, como son: de motores de inducción, grupo de conexión e impedancia de transformadores, tipos de carga, líneas y cables de media y alta tensión. Este efecto se observa en variaciones en la magnitud y severidad del hundimiento [50][51].

Hay tres tipos de propagación de hundimientos de tensión, con respecto al nivel de tensión en que se origina:

- i. Propagación en el mismo nivel de tensión
- ii. Propagación hacia niveles de tensión superiores
- iii. Propagación hacia niveles de tensión inferiores

Los tipos de propagación (ii) y (iii) son a tener en cuenta, cuando se presentan fallas en circuitos de distribución; tipo (i) y (iii) deben ser considerados, para fallas en el sistema de transmisión; tipo (ii) y (iii) involucra paso a través de transformadores; por tanto, el hundimiento será influenciado por el tipo de conexión del transformador [50][51].

Factores que afectan la propagación

1. Tipo de falla

Los hundimientos de tensión son causados principalmente por fallas en el sistema eléctrico. Cada tipo de falla tiene un efecto diferente en las tensiones en el punto del sistema donde se presenta.

- Falla monofásica (1FT)
- Falla bifásica (FF)
- Falla bifásica a tierra (FFT)
- Falla trifásica (3F)

2. Tipo de conexión transformador

Las conexiones de los bobinados del transformador se clasifican en tres tipos:

- Tipo 1 - Transformadores que no cambian sus tensiones. Las tensiones primarias (en p.u) son iguales a las tensiones en p.u secundarias. La única conexión que corresponde a este tipo es Estrella - Tierra a estrella-tierra (Ynyn).

- Tipo 2 - Transformadores que eliminan la componente de secuencia cero de la tensión. Básicamente, la tensión secundaria (p.u) es igual a la tensión primaria (p.u) menos la componente de secuencia cero. La conexión DELTA-delta (Dd), DELTA-zigzag (Dz) y Estrella-Estrella (con los dos bobinados sin conexión a tierra o con un solo punto neutro conectado a tierra) pertenecen a este tipo.
 - Tipo 3 – Transformadores que intercambian tensiones de línea y fase. Para estos transformadores cada uno de las tensiones del lado secundario es igual a la diferencia entre dos tensiones del lado primario. Ejemplos: las conexiones delta-estrella (Dy), la estrella-triángulo (Yd), el transformador estrella-zigzag (YZ).
3. Tipo conexión de la carga
- Carga conectada en estrella
 - Carga conectada en delta

La combinación de estos tres factores, definen el tipo de hundimiento de tensión resultante (ver Clasificación ABC)

2.5.4. Clasificación

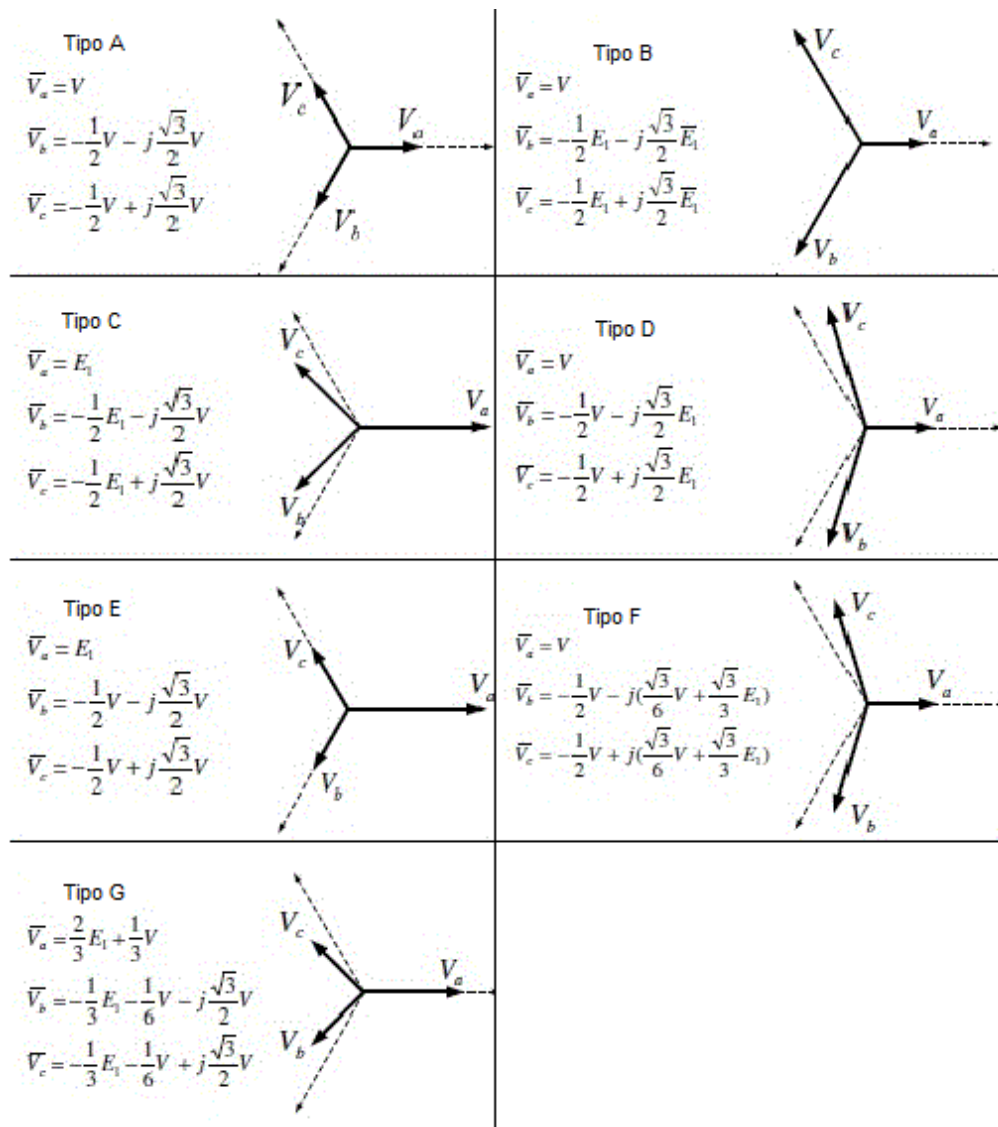
La clasificación de los hundimientos de tensión se basa generalmente en el análisis del comportamiento de la magnitud y el ángulo de fase, en cada una de las fases durante el hundimiento. En el estudio de los hundimientos de tensión en sistemas trifásicos, M.Bollen presenta la llamada clasificación ABC para sistemas balanceados y la clasificación por componentes simétricas para hundimientos en sistemas desbalanceados [14][15][21][22].

La clasificación de hundimientos por el método ABC es muy usado debido a su simplicidad, ya que se basa en un modelo de red simplificada. La clasificación por componentes simétricas es más general y proporciona un vínculo directo con las tensiones medidas, es un poco más compleja de entender.

Clasificación ABC

Esta clasificación fue desarrollada para analizar la propagación del hundimiento desde el sistema de transmisión hacia el de distribución, cuando este se propaga a través de un transformador.

De acuerdo con esta clasificación, hay siete tipos de hundimientos de tensión. Estos se muestran en la Figura 5 (ecuaciones de tensiones complejas y fasoriales), se considera la fase A como referencia. La tensión previa al evento en la fase A se indica con E1, recordando a la equivalencia entre la tensión de la fase A y la tensión de secuencia positiva en un sistema balanceado. La tensión en la fase o fases en falla que sufren el efecto del hundimiento, se denota por V.



Nota: Antes de la falla (línea discontinua) y durante la falla (línea continua).

Figura 5. Tipos de hundimientos de tensión clasificación ABC

De la figura anterior, se puede decir lo siguiente:

- Hundimiento tipo A, resulta cuando la tensión cae en igual magnitud en las tres fases.
- Tipo B, cae la tensión solo en la fase de la falla.
- Tipo C, causa que las dos fases afectadas cambien a lo largo del eje imaginario solamente (tanto en magnitud y ángulo).
- Para el tipo D, las dos tensiones de fase afectadas cambian en el eje real con una pequeña caída en magnitud en la fase restante.
- Tipo E, resulta cuando se reduce la magnitud en las dos fases afectadas.
- Tipo F es similar al tipo D, excepto que el cambio de tensión es a lo largo de ambos ejes reales e imaginarios.
- Tipo G es similar al tipo C; pero, con el cambio de tensión en ambos ejes, además, la fase restante también experimenta una disminución en magnitud.

En la Tabla 2, se resume la combinación de los factores mencionados en 2.5.3 y el tipo de hundimiento resultante, luego de aplicar la clasificación ABC.

Tipo hundimiento	Tipo de Falla				Tipo de transformador			Tipo conexión carga	
	3F	FF	1FT	FFT	1	2	3	Estrella	Delta
A	■							■	
	■				■			■	
	■					■		■	
	■						■	■	
B			■		■			■	
			■		■			■	
C			■		■			■	
			■		■			■	
		■			■			■	
		■			■			■	
D			■				■	■	
		■			■			■	
		■			■			■	
E				■	■			■	
				■	■			■	
F				■	■			■	
				■	■			■	
G				■			■	■	
				■			■	■	

Notas: 3F = Trifásica, FF = Fase-Fase, 1FT= Monofásica a tierra, FFT: bifásica a tierra

Tabla 2. Combinación de factores - clasificación hundimientos de tensión ABC

De la tabla anterior, se puede indicar lo siguiente:

- Hundimientos de tensión Tipo A, se deben a fallas trifásicas, independientemente de la conexión del bobinado del transformador y la carga conectada.
- Tipo B, sólo son causados por fallas monofásicas
- Tipos C y D, se producen por fallas monofásicas o bifásicas.
- Tipos E, F & G, se presentan si la falla es bifásica a tierra.

Ejemplos de la tabla 2:

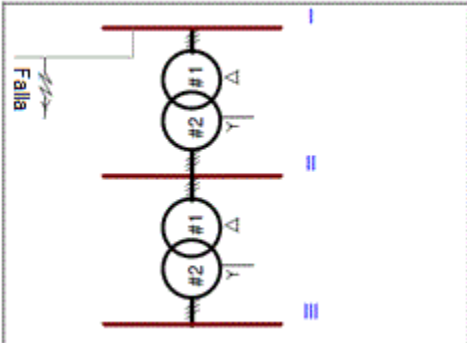
- Si se presenta una falla monofásica (1FT), en un sistema eléctrico con un transformador tipo 2 y la carga conectada esta en estrella.

El hundimiento de tensión esperado seria tipo D.

- Para una falla bifásica a tierra (FFT), en un sistema eléctrico sin transformador y la carga conectada esta en delta.

El hundimiento de tensión esperado seria el tipo F.

Bollen, nos presenta en la Tabla 3 como se propagan los hundimientos de tensión (clasificación ABC) a través de transformadores conexión Dy.



Tipo de Falla	Posición I	Posición II	Posición III
3F-T	A	A	A
FF-T	E	F	G
FF	C	D	C
F-T	B	C	D

Tabla 3. Propagación hundimientos de tensión transformadores Dy.

De la tabla anterior, podemos decir:

- Un hundimiento balanceado (tipo A), no cambia cuando se propaga a través del sistema; pero, todos los demás tipos se ven afectados por la conexión de los devanados del transformador.

- Un transformador con conexión Dy convierte un hundimiento tipo C en tipo D, tipo F en G.

Esta clasificación puede ser usada para verificar el funcionamiento de equipos ante hundimientos de tensión. El punto débil de la clasificación ABC es que es un método intuitivo sólo basado en simulación. Este método sólo aplica para saltos de ángulo de fase que no son demasiado grandes y sirve principalmente en fallas en sistemas de transmisión.

Clasificación por componentes simétricas

Esta clasificación no tiene las limitaciones de la clasificación ABC. Se logra mediante la introducción de una segunda característica, el llamada factor PN, F. Como resultado de ello, las impedancias de secuencia positiva y negativa, ya no tienen que ser iguales. Los siete tipos A, B, C, D, E, F y G en la clasificación ABC se clasifican en dos más C y D, y son subdivididos en Ca, Cb, Cc, Da, Db, y Dc. El tipo C y D de la clasificación de componentes simétricas, son ligeramente diferentes de los de la clasificación ABC. En resumen, la clasificación por componentes simétricas utiliza la impedancia de secuencia positiva y negativa, e incluye el factor PN [F].

La clasificación por componentes simétricas usa un algoritmo para identificar el tipo de hundimiento y extraer las características de las formas de onda de las tensiones medidas; lo cual permite un mejor análisis de los efectos del hundimiento sobre la carga.

Los dos métodos de clasificación no deben ser vistos como dos métodos diferentes e independientes. La ABC es simplemente un caso especial de la clasificación por componentes simétricas. Los siete tipos de hundimientos en la ABC, se pueden obtener de los diferentes tipos de fallas, con el supuesto de que las impedancias por secuencia positiva, negativa, y cero son iguales. La relación entre los tipos de hundimientos para los dos métodos se muestra en la Tabla 4.

Clasificación por componentes simétricas				
	Tipo	Voltaje característico	Factor PN	Voltaje de secuencia cero
A:	any	$V = V^*$	$F = V^*$	$U_0 = 0$
B:	Da	$V = \frac{1}{3}E_1 + \frac{2}{3}V^*$	$F = E_1$	$U_0 = \frac{1}{3}V^* - \frac{1}{3}E_1$
C:	Ca	$V = V^*$	$F = E_1$	$U_0 = 0$
D:	Da	$V = V^*$	$F = E_1$	$U_0 = 0$
E:	Ca	$V = V^*$	$F = \frac{2}{3}E_1 + \frac{1}{3}V^*$	$U_0 = \frac{1}{3}E_1 - \frac{1}{3}V^*$
F:	Da	$V = V^*$	$F = \frac{2}{3}E_1 + \frac{1}{3}V^*$	$U_0 = 0$
G:	Ca	$V = V^*$	$F = \frac{2}{3}E_1 + \frac{1}{3}V^*$	$U_0 = 0$

Tabla 4. Relación entre la clasificación ABC y por componentes simétricos para hundimientos de tensión desbalanceados.

Actualmente se han planteado otras metodologías de caracterización y clasificación, como es el método de la transformación en espacio vectorial [43], en la cual se estima el tipo de hundimiento con las características de magnitud y salto del ángulo de fase. En [35] y [46], se utiliza la transformada de Fourier y Wavelet para la clasificación de los hundimientos de tensión, por medio de diferentes parámetros que pueden ser extraídos de las señales al ser aplicadas dichas transformadas. La transformada Wavelet es identificada como una herramienta eficiente en la estimación de los tiempos de inicio y final de los fenómenos transitorios. En cuanto a la clasificación de hundimientos de acuerdo a la causa o evento que lo ocasiona, se resalta la eficiencia en la implementación de algoritmos basados en la lógica Fuzzy [38], redes neuronales [46], métodos estadísticos vs métodos determinísticos [18] o por eventos [19][20].

2.6. Localización

Identificar la localización de la fuente del hundimiento de tensión es muy importante para el mejoramiento de la calidad de la energía, esta identificación permite hacer un diagnóstico y plantear opciones de mitigación, también sirve para establecer responsabilidades entre empresas prestadoras del servicio y usuarios.

Se han planteado diferentes métodos para determinar la localización, estos se han basado principalmente en: la resistencia vista por el equipo de medida durante el hundimiento [24], el cambio del flujo de energía en el punto de medición durante el disturbio [13], el cambio de la corriente [23], comparación estadística [27], formas de onda [28].

El uso de herramientas y metodologías de procesamiento de señales [26], ha permitido la estimación de la localización del disturbio [25].

Las metodologías de localización se han dividido en: localización relativa y exacta [59].

2.6.1. Localización relativa

Esta metodología trata sobre identificar la posición relativa de la fuente generadora del hundimiento respecto al punto de medición PM, es decir, se indica si el hundimiento se presentó aguas arriba o aguas abajo del punto donde se encuentra instalado el equipo de medición, los métodos basados en componentes de secuencia positiva son los más usados para determinar esta localización [52] y se complementan con los que tienen en cuenta el evento causante [37][39][40][41].

Métodos basados en componentes de secuencia positiva

En [52] se presentan varios de estos métodos de localización relativa, para lo cual se usa variables que se presenta durante el mismo, como es el flujo de energía, tensiones y corrientes, corriente activa e impedancia.

Consideremos el sistema mostrado en la Figura 6. Se instala un equipo de medición de variables de calidad de potencia en el punto de medida (PM). El equipo registra las tensiones y corrientes, con el fin de determinar en qué lado del equipo de medición se originó el hundimiento de tensión, aguas arriba o aguas abajo.

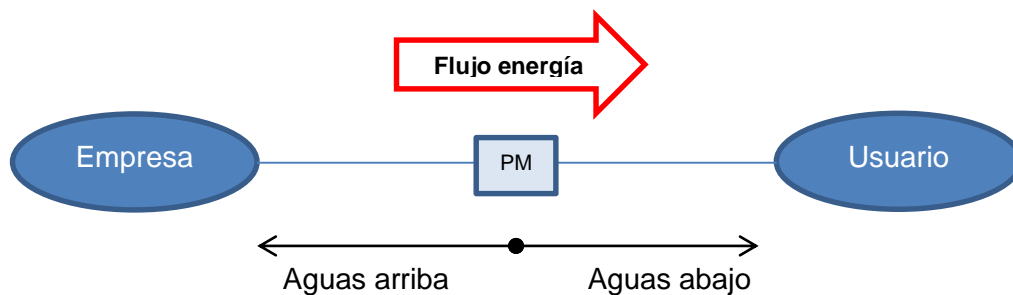


Figura 6. Localización relativa disturbio aguas arriba/aguas abajo

A. Método basado en la energía

Los hundimientos de tensión son provocados por diferentes tipos eventos que pueden ser tratados como *sumideros* de energía. Por lo tanto, se puede suponer que el flujo de energía en el punto de monitoreo PM se incrementa cuando el evento es aguas arriba, y disminuye, durante eventos aguas abajo [13]. Con el fin de detectar la fuente del hundimiento de tensión, se utiliza el criterio de la energía de perturbación $\Delta w(t)$ [52], definido en (1).

$$\Delta w(t) = \int_0^t (P_{\text{hundimiento}}(\tau) - P_{\text{prehundimiento}}(\tau)) d\tau \begin{cases} > 0 \rightarrow \text{aguas arriba} \\ < 0 \rightarrow \text{aguas abajo} \end{cases} \quad (1)$$

La componente de secuencia positiva de la potencia activa P_+ se usa en (1).

La confiabilidad de este método se puede ver afectada por la presencia de cargas no lineales, estas introducen componentes armónicas en la tensión y corriente que afectan el cálculo de la energía.

B. Método corriente activa

Los hundimientos de tensión se deben a aumentos de corta duración en la corriente en algún punto de la red. Las corrientes medidas en PM, se incrementan durante hundimientos aguas abajo y disminuyen durante hundimientos aguas arriba,

Con este método, el tiempo de respuesta de la componente de corriente activa ($|I_k| \cos \varphi_k$) se calcula para algunos ciclos antes y durante el hundimiento de tensión. El signo de su primer pico al comienzo del hundimiento de tensión, se utiliza como criterio (3). $|I_k|$ es la longitud del fasor de corriente, mientras que φ_k es el ángulo de fase [53].

$$\text{Primer pico } (|I_k| \cos \varphi_k) \begin{cases} > 0 \rightarrow \text{aguas arriba} \\ < 0 \rightarrow \text{aguas abajo} \end{cases} \quad (3)$$

Este criterio también se debe comprobar para cada fase individualmente. Para obtener resultados concluyentes en los casos de hundimientos de tensión asimétricos, el fasor de la corriente de secuencia positiva + se utiliza en (3).

Al igual que el anterior, la confiabilidad del método se ve afectada por la presencia de cargas no lineales, estas introducen componentes armónicas en la corriente, que pueden afectar el cálculo del pico de corriente.

C. Método tensión - corriente

Este método parte del mismo criterio del anterior, *las corrientes medidas en el punto de monitoreo PM, se incrementan durante eventos aguas arriba y disminuyen durante eventos aguas abajo*, a este concepto se suma el de fasor tensión - corriente [23] [44], como se muestra en la Figura 7.

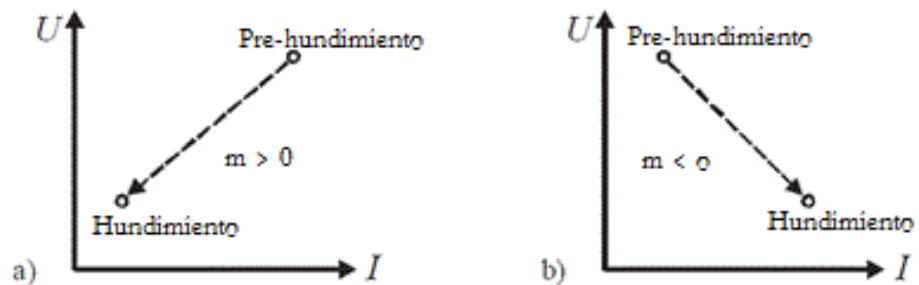


Figura 7. Características Tensión U – Corriente I para eventos a) aguas arriba y b) aguas abajo

Basado en este supuesto, el fasor tensión-corriente propuesto en este método es presentado en la figura anterior. Una vez que el hundimiento de tensión es captado por el equipo de medición, las siguientes características ($|I_k|$, $|U_k \cos \varphi_k|$), son aproximadas usando la función lineal, con el fin de calcular la pendiente (2). $|U_k|$ y $|I_k|$ son las longitudes del fasor tensión - corriente, φ_k es el ángulo de fase.

$$Pendiente (m) (|I_k|, |U_k \cos \varphi_k|) \begin{cases} > 0 \rightarrow \text{aguas arriba} \\ < 0 \rightarrow \text{aguas abajo} \end{cases} \quad (2)$$

El criterio (2) se debe comprobar para cada fase individualmente. En consecuencia, los resultados obtenidos no pueden ser interpretados de una única manera, especialmente en los casos de hundimientos de tensión asimétricos. Por tanto, la transformación en componentes simétricas, debe aplicarse. Este método ha mostrado ser adecuado en la localización de hundimientos de tensión simétricos y asimétricos. Igual que el método anterior, la confiabilidad de este método se puede ver afectada por la presencia de cargas no lineales, las cuales introducen componentes armónicas en la tensión y corriente.

D. Método basado en la resistencia

Este método se basa en la estimación de la impedancia en el lado donde no se produce el hundimiento, en base a los datos de tensión y corriente que genera el hundimiento, registrados en PM.

El concepto de impedancia incremental se propone en [24], es negativo para los eventos aguas abajo y positivo para eventos aguas arriba. Sin embargo, sólo la parte real de la impedancia estimada de secuencia positiva se usa como criterio (4). La impedancia incremental se obtiene de la relación $\Delta Z_+ = (\Delta U_+ / \Delta I_+)$, donde el incremento de tensión está definido por $\Delta U_+ = (U_{+hundimiento} - U_{+prehundimiento})$, mientras que el incremento de corriente es $\Delta I_+ = (I_{+hundimiento} - I_{+prehundimiento})$.

$$Real (\Delta Z_+) = \Delta R_+ \begin{cases} > 0 \rightarrow \text{aguas arriba} \\ < 0 \rightarrow \text{aguas abajo} \end{cases} \quad (4)$$

Las tensiones y corrientes utilizadas corresponden a la secuencia positiva de la componente fundamental.

Con el fin de mejorar la estimación de la impedancia, se usan ciclos múltiples adaptativos de datos aplicando el método de mínimos cuadrados. Este método puede producir resultados poco fiables, en casos de hundimientos de tensión provocados por fallas aguas arriba en una red radial, cuando los huecos son de corta duración o cuando las cargas involucradas son no lineales. En tales casos, podría no haber ningún cambio en la impedancia vista, ni en magnitud ni en ángulo.

Comparación métodos localización relativa

Método	Criterio	Ventajas	Desventajas
Basado en la energía	Signo energía de perturbación Δw (t)	Usa la secuencia positiva de la potencia activa P_+	Requiere señales de corriente y tensión. Los resultados del cálculo de energía, se pueden afectar por corrientes armónicas de cargas no lineales
Corriente activa	Signo primer pico de la corriente	Usa la señal de corriente	Hay que realizar ajustes si el evento es asimétrico. Los resultados se pueden afectar por corrientes armónicas de cargas no lineales
Tensión - corriente	Signo pendiente fador tensión-corriente	Funciona bien para eventos asimétricos y simétricos	En eventos asimétricos se debe aplicar componentes simétricas. La evaluación debe hacerse por cada fase.
Basado en la resistencia	Signo impedancia incremental	Usa la parte real de la resistencia	El método es poco fiable en eventos aguas arriba en una red radial, o para eventos de muy corta duración.

2.6.2. Localización exacta

La localización exacta complementa la relativa, determinando el punto de origen y la fuente de la perturbación en el sistema eléctrico, por lo cual este tipo de localización requiere del modelo del sistema eléctrico y se aplican las metodologías para estimar puntos de falla en sistemas de distribución [54][56][57] y [58]. Esta es la diferencia principal respecto a la localización relativa, en la cual solo se requiere contar con medidas de tensión y/o corriente [59].

Las diferentes metodologías planteadas usan la información de los medidores de variables de calidad de potencia para determinar la localización de fallas, a través de métodos como Sistemas Expertos, Lógica Fuzzy y Redes neuronales artificiales [55][56][57] y [58]

En [55], se utilizan patrones característicos de los hundimientos de tensión usando descriptores como la magnitud y el salto de fase del mismo. Se utiliza un algoritmo de reconocimiento de patrones para seleccionar todas las posibles secciones falladas en el sistema de distribución y a través de un proceso de razonamiento, identificar la sección con mayor probabilidad de falla. En [56], se presenta un sistema experto para localización de fallas, que utiliza un conjunto de reglas heurísticas formuladas a partir del conocimiento del sistema y utilizando una base de datos con los parámetros del sistema de distribución. En [57] y [58], se utilizan los datos provenientes del sistema SCADA como estrategia para la reducción de la incertidumbre en la localización de las fallas.

Estas técnicas realizan diferentes caracterizaciones de las perturbaciones y las aplican con el fin de extraer la mayor información de una perturbación, que permita localizar de forma exacta el sitio de ocurrencia de la falla.

Metodologías localización fallas sistemas de distribución

✓ Sistemas expertos

Estos sistemas han sido de gran aplicación para diagnosticar fallas en los sistemas de distribución, se toma información del sistema Scada, topología de la red, sistema de protecciones, bases de datos de fallas. Se establecen reglas heurísticas mediante el conocimiento experto de los operadores del sistema, toda esta información se incorpora en una base de datos, mediante un PC se corre un programa de inteligencia artificial, el cual permite realizar razonamientos deductivos en base a las reglas definidas y así determinar puntos de falla del sistema y operaciones no deseadas de dispositivos de protección.

✓ Redes neuronales artificiales

Los modelos basados en redes neuronales para el diagnóstico de fallas en sistemas de distribución son similares a los sistemas expertos, la diferencia es que se puede construir una metodología más sencilla y se aplica para fallas simples o múltiples en el sistema de distribución, incluso cuando falla la operación de interruptores o las protecciones.

✓ Lógica difusa - Fuzzy

Para el diagnóstico de fallas de sistemas de distribución, se han aplicado técnicas de conocimiento heurístico de los operadores del sistema. Sin embargo, la naturaleza del conocimiento heurístico es inexacta e incierta. También la información obtenida del sistema puede tener cierto grado de incertidumbre, ser incorrecta o inadecuada. La lógica difusa permite hacer frente a la incertidumbre involucrada en el proceso de localización de fallas en sistemas de distribución. La lógica difusa permite tener nuevos enfoques para modelar la inexactitud y la incertidumbre en relación con la toma de decisiones. El enfoque difuso mejora el potencial para modelar el razonamiento humano y para la presentación y la utilización de las descripciones lingüísticas en la inferencia computarizada. Este método hace más eficiente la localización de fallas en sistemas de distribución.

Capítulo 3

Nueva metodología para determinar la localización relativa hundimientos de tensión

Las diferentes metodologías planteadas en 2.6.1 para la localización relativa de hundimiento de tensión (aguas arriba/aguas abajo), usan las variables de tensión y corriente del disturbio. Debido a que en algunos puntos de medición no se cuenta con medición de corriente, se propone una metodología basada con los datos magnitud de la tensión y tiempo de estampa del hundimiento, esta metodología aplica cuando se tiene el registro de información del disturbio por parte de dos (2) o más equipos de medición instalados en el mismo nivel de tensión o en diferentes niveles de tensión de la red, así mismo los equipos deben estar sincronizados en tiempo.

Esta metodología aplica especialmente para las empresas del sector eléctrico colombiano, las cuales por regulación [2], cuentan con medición de variables de calidad de potencia en las barras de los diferentes niveles de tensión de las subestaciones del sistema de distribución de energía, estas mediciones están sincronizadas en tiempo.

Es importante indicar, que los resultados de la aplicación de la metodología dependen fuertemente de la exactitud del tiempo del evento (ósea número de decimales de la estampa de tiempo en segundos) y la sincronización de los equipos de medición.

Para el desarrollo de esta metodología, se usó información del registro de hundimientos de tensión de la base de datos del Sistema de Gestión de Calidad de Potencia Eléctrica de un OR, los equipos de medida y las mediciones están acorde con la norma IEC 61000-4-30 [3].

En este capítulo, se describirá la metodología para localización relativa de hundimientos de tensión a partir de dos descriptores del hundimiento de tensión, como son la estampa de tiempo del disturbio y la magnitud del mismo. Para el procesamiento de la información, se desarrollaron algoritmos en la herramienta Matlab. Al final, se presentan los resultados obtenidos de aplicar la metodología propuesta.

3.1. Metodología de localización relativa

La metodología propuesta, se basa en la comparación de descriptores de un mismo disturbio medido por dos (2) o más equipos de medición instalados en barras de diferente nivel de tensión en una misma subestación del sistema de distribución de energía, esta comparación se realiza usando algoritmos en la herramienta Matlab.

La metodología se aplica sobre los datos del registro de hundimientos de tensión, del sistema de información de un OR, para la subestación SUB1, entre los meses de noviembre y diciembre de 2013. Los equipos instalados en esta subestación, cuentan con módulo de direccionalidad relativa de hundimientos de tensión

Los datos son organizados en una tabla en Excel y luego son procesados mediante algoritmos, los cuales están contenidos en las funciones desarrolladas en la herramienta Matlab.

Los algoritmos realizan lo siguiente:

1. Comparan las estampas de tiempo de los eventos y generar un ordenamiento con base en este descriptor
2. Estructuran paquetes de eventos dependiendo de la ocurrencia del mismo
3. Identifican los eventos que están correlacionados en tiempo
4. Analizan los descriptores y determinan la localización relativa.

Para validar la localización relativa calculada por la metodología, esta se compara con la localización relativa dada por los equipos de medición, y así calcular el porcentaje de coincidencia.

3.2. Subestación sistema de distribución

Para el desarrollo de la metodología, se utiliza la información de los medidores de calidad de potencia instalados en una subestación de distribución convencional, la cual se denomina SUB1, esta subestación tiene tres barras con tensiones 115 kV, 33 Kv y 13.2 KV, conectadas entre sí por transformadores de potencia, cada barra tiene un medidor de calidad de potencia, el cual tiene las señales de tensión de barra y corriente de las llegadas de los transformadores, la topología puede verse en la Figura 8.

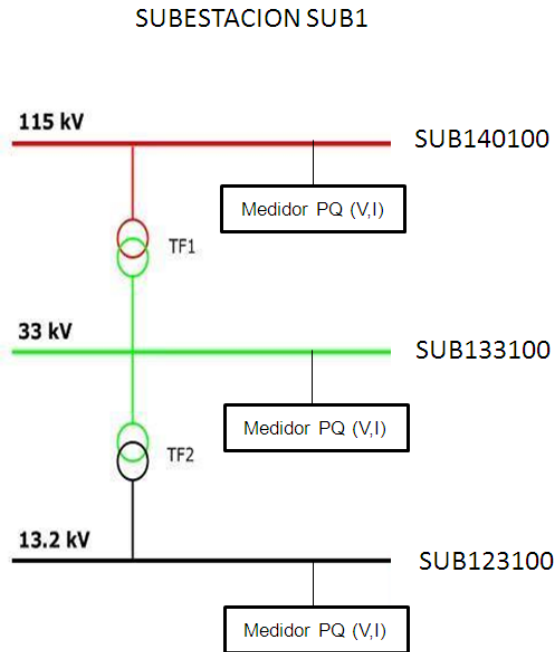


Figura 8. Topología subestación SUB1

3.3. Tabla de datos

Para el análisis, se utiliza la tabla de datos que entrega el software de los equipos de medición, en la **Tabla 5** se muestra una fracción de la tabla, el periodo de datos va desde el 11 de noviembre de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2013 para la subestación SUB1, la tabla de datos completa se puede consultar en el Anexo B: Tabla hundimientos de tensión subestación SUB1.

Event Time	Monitor	Event Type	Channel	Characteristics
31/12/2013 13:40:52.274	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,799.9 V (0.88pu), Dur = 33.33 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 06:00:46.868	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,792. V (0.88pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
31/12/2013 06:00:46.864	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,565.2 V (0.85pu), Dur = 16.65 ms (1.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.481	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,961. V (0.88pu), Dur = 66.50 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.480	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,782. V (0.88pu), Dur = 66.50 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:03:02.783	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,836. V (0.88pu), Dur = 66.49 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:03:02.782	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,343. V (0.87pu), Dur = 66.48 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

Tabla 5. Datos hundimientos de tensión subestación 1.

3.3.1. Composición de la tabla de datos

La tabla está compuesta por las siguientes columnas:

Event Time

Corresponde a la fecha y tiempo de registro del evento, la fecha tiene formato día/mes/año y el tiempo hora: minuto: segundo.

Monitor

Es la nomenclatura de la ubicación del equipo de medición, así:

- Dígitos 1-4: corresponden a la identificación de la subestación, en este caso es la SUB1.
- Dígitos 5-9: corresponde a la nomenclatura de la barra en la cual está instalado el equipo de medición: 23100: barra 13.2 Kv, 33100: barra 33 Kv, 40100: barra 115 Kv.

Event Type

Corresponde al tipo de hundimiento de tensión que corresponde el evento, así:

Instantaneous sag: hundimiento de tensión instantáneo

Momentary sag: hundimiento de tensión momentáneo

Channel

Identifica la fase en la cual se registró el evento.

Characteristics

Recoge las características principales del hundimiento de tensión, como son:

- Magnitud residual del hundimiento (Mag) en voltios y en por unidad (p.u)
- Duración (Dur) del evento en milisegundos y en ciclos.
- Categoría (Category) del evento que corresponde a la severidad del evento RMS. En la Tabla 6, el desarrollador del software de los equipos de medición define la severidad en base a categorías, estas califican la severidad del evento RMS medido (hundimiento o elevación de tensión), en base a la duración y magnitud del mismo.
- Localización relativa: Downstream /aguas abajo; upstream /aguas arriba.

RMS Categories							
120							
115							
110			Category 8				
105							
100							
95							
90			Category 1				
85							
80			Category 2				
75							
70							
65							
60			Category 3				
55							
50							
45							
40							
35							
30	Category 4		Category 5				Category 7
25							
20							
15							
10							
5			Category 6				
0							
	1-10	10-20	20-30	30-60	1-30	30-60	>1
	Cycles			Seconds		Minutes	

Tabla 6. Categorías eventos RMS

De la tabla, se pueden citar los siguientes ejemplos de eventos:

- Entre el 95 y 105 % de la tensión nominal, se considera *normales*.
- Eventos con magnitudes por encima del 105 % del valor de la tensión rms nominal y duración mayor a 1 ciclo, corresponden a elevaciones de tensión y se identifican con la categoría 8 (*Category 8*).
- Eventos entre el 90 y el 85 % del valor nominal de la tensión rms y una duración entre 1 ciclo o mayor a 1 minuto, corresponde a hundimientos de tensión *Category 1*.
- Eventos entre el 45 al 0 % del valor nominal de la tensión rms y una duración entre 1 a 20 ciclos, corresponde a un evento rms *Category 4*.

3.3.2. Organización tabla de datos

Para el procesamiento de la información en la herramienta Matlab, la tabla de datos mostrada en 3.2, se estructura en Excel de la siguiente forma:

Fecha	Monitor	Tipo de evento	Canal	Localización	Magnitud V	Magnitud (p.u.)
31/12/2013 13:40:52.274	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Up	6799,00	0.88
31/12/2013 06:00:46.868	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Do	1679,00	0.88
31/12/2013 06:00:46.864	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Up	6565,00	0.85
31/12/2013 00:21:59.481	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Up	1696,00	0.88
31/12/2013 00:21:59.480	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Up	5978,00	0.88
31/12/2013 00:03:02.783	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Up	1683,00	0.88
31/12/2013 00:03:02.782	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Up	5934,00	0.87

3.4. Descriptores

Para el desarrollo de la metodología, se usan los descriptores estampa de tiempo del hundimiento y su magnitud.

[1] Estampa de tiempo del hundimiento

El descriptor 1, es la estampa de tiempo de los hundimientos (*Fecha*). Se tiene la siguiente condición para usar este descriptor:

- ✓ El registro de datos de los medidores debe estar sincronizado en tiempo real. El Anexo C: Sincronización tiempo equipos de medición PQ subestación SUB1, presenta el proceso de sincronización de los equipos de medición utilizados en este análisis.

Si se presenta un hundimiento de tensión y es registrado por dos (2) o tres (3) de los medidores de la subestación SUB1, al estar sincronizados en tiempo, se puede inferir que el primer equipo en registrar el disturbio marca la localización relativa del mismo, ósea, el hundimiento tiene como origen el nivel de tensión en el cual está el equipo.

[2] Magnitud del hundimiento (Tensión residual)

El descriptor 2, es la tensión residual.

Se define como:

- ✓ El valor RMS más bajo medido en alguno de los canales durante el hundimiento (ver Figura 9), esta se puede dar en voltios, porcentaje o por unidad.

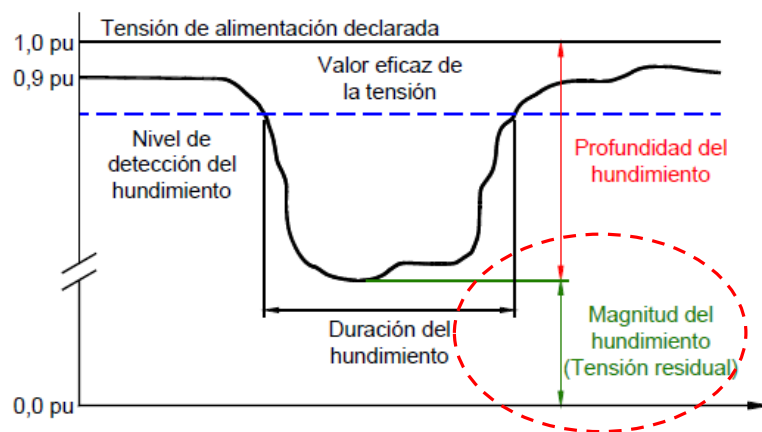


Figura 9. Magnitud del hundimiento - tensión residual

El descriptor 2 es complemento del descriptor 1:

Si se presenta un hundimiento de tensión en la red eléctrica y es registrado por dos (2) o tres (3) de los medidores de la subestación SUB1, al estar estos sincronizados en tiempo, se puede inferir que el primer equipo en registrar el disturbio marca la localización relativa del mismo, solo si, la tensión residual del disturbio registrada por este equipo es menor que la tensión residual registrada por el otro u otros medidores, ósea el hundimiento tendría origen en ese nivel de tensión del primer equipo que lo registro.

3.5. Algoritmo localización relativa

El algoritmo para determinar la localización relativa del hundimiento, usando los descriptores referidos en 3.4, es desarrollado en la herramienta Matlab y se compone de tres (3) funciones:

- Comparación
- Ordenamiento
- Generar XLS.

3.5.1. Función comparación

Esta función resulta de integrar las funciones ordenamiento y generar XLS.

Primero, se establece el largo del formato de tiempo en la variable *segundos* (hasta 14 decimales), esto es muy importante, ya que mejora el proceso de comparación de tiempos, para identificar el medidor que registro primero el evento.

Segundo, se procede a cargar el listado de hundimientos de tensión y generar su ordenamiento, mediante la comparación de tiempos. Para realizar este ordenamiento, se determinó lo siguiente en el análisis de la información: *Si dos registros tienen una diferencia de ocurrencia en tiempo menor a 0.5 segundos, se considera que ambos registros hacen parte de un mismo evento*. Por tanto, es posible de igual forma comparar en un conjunto de registros de un mismo evento, el registro que primero fue detectado por los medidores. En base a dicha premisa, se clasifica al primer registro detectado como el origen del evento.

Tercero, se aplica la *función ordenamiento* para determinar la localización relativa del hundimiento de tensión, a partir del tiempo de ocurrencia y la menor magnitud de tensión residual registrada.

Por último, se aplica la función Generar XLS, la cual se encarga de digitalizar la información en un archivo con formato de Excel, que contiene la tabla de resultados de la comparación de tiempos y magnitudes de los hundimientos de tensión, se indica la localización relativa de los mismos y se hace la comparación con los resultados de localización relativa dada por el medidor PQ.

En la Figura 10, se observa el diagrama de flujo de la *función comparación*; en el anexo D, está el código en Matlab de esta función.

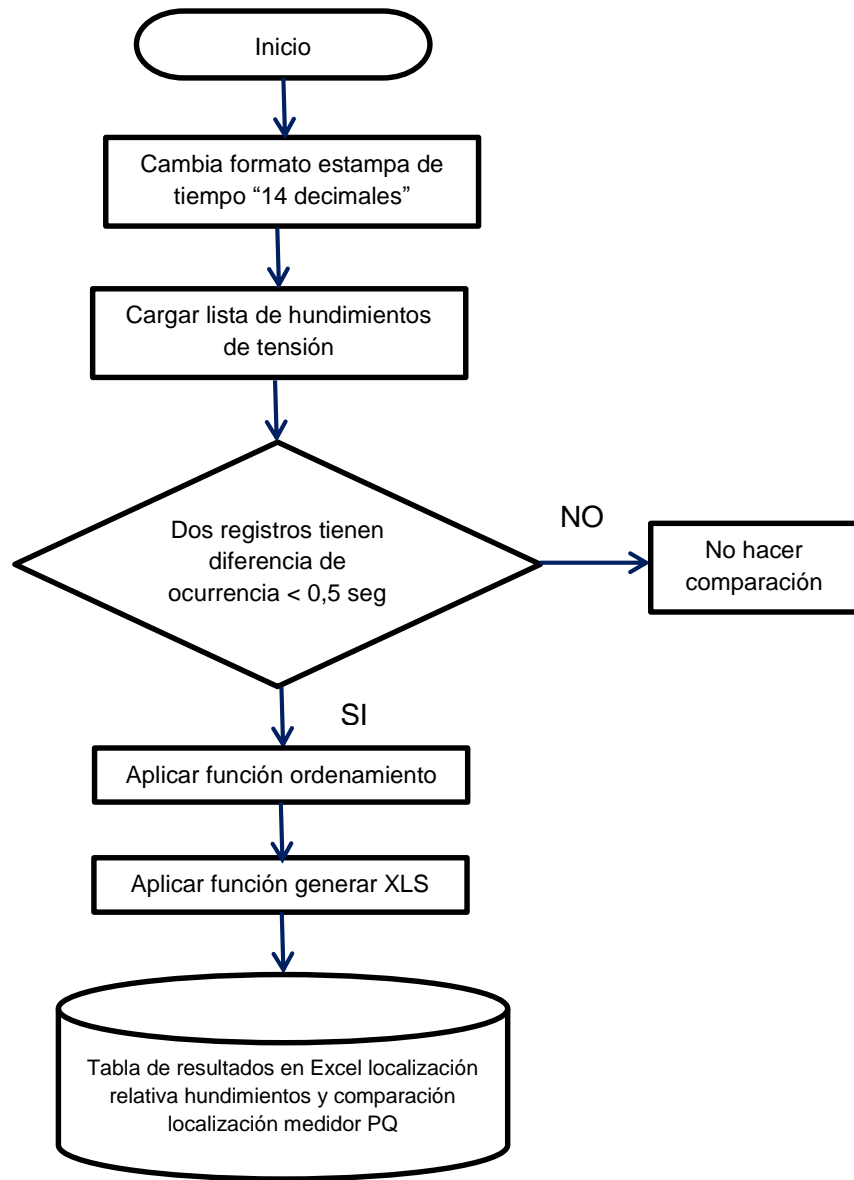


Figura 10. Diagrama de flujo - Función comparación

3.5.2. Función ordenamiento

Esta función permite determinar la localización relativa del hundimiento de tensión, a partir del tiempo de ocurrencia y la menor magnitud de tensión residual, luego compara el resultado obtenido con la localización relativa calculada por el medidor PQ.

En el desarrollo del algoritmo de esta función, se establece lo siguiente:

Cada archivo denominado "ListaSags", contiene:

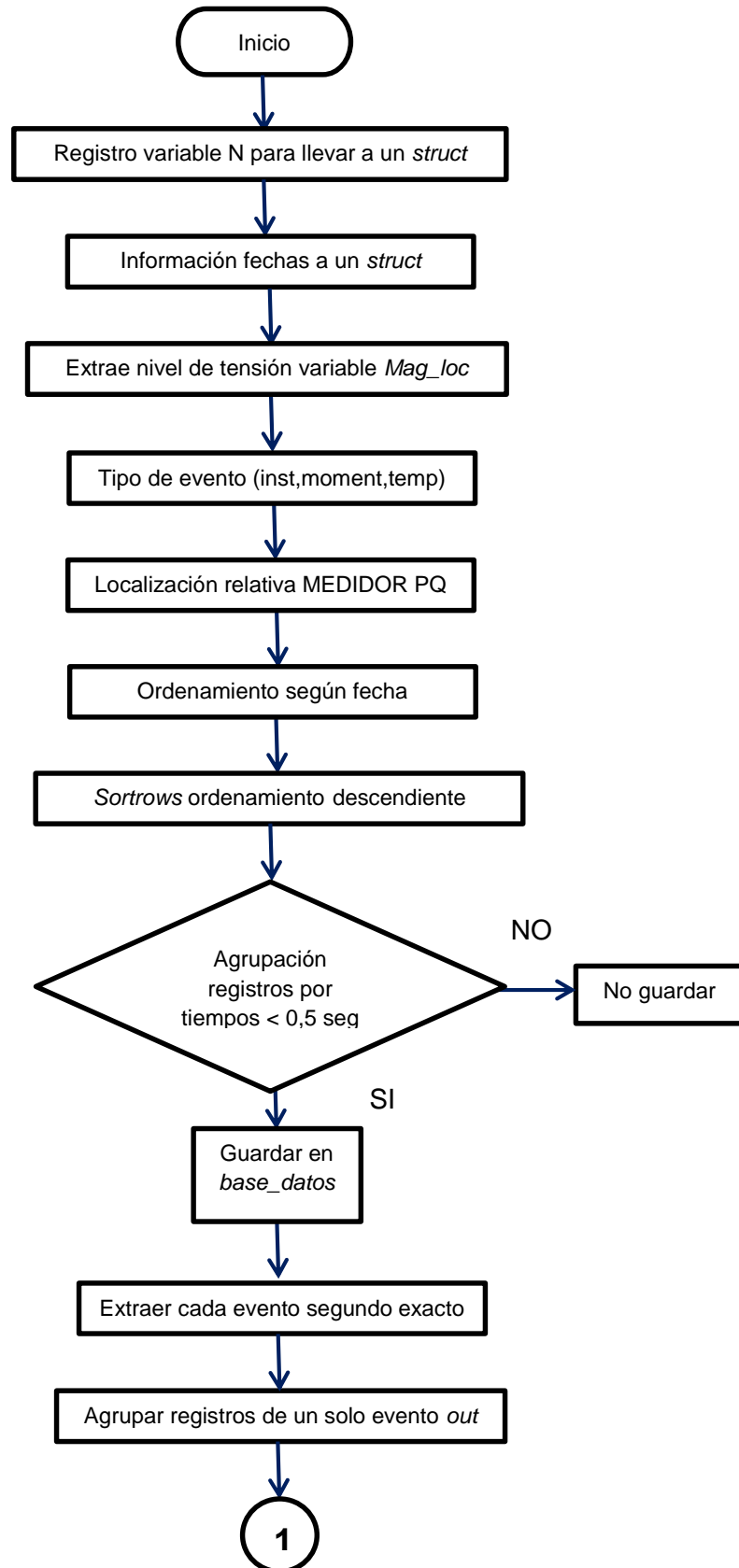
- ✓ Canal del evento (fase A, B, C)
- ✓ Fecha del evento (día/mes/año hora:minuto:segundo.milisegundos)
- ✓ Localización del evento, según el algoritmo de MEDIDOR PQ(Up, Do)
- ✓ Magnitud del evento (tensión residual en dicha fase, en p.u)
- ✓ Monitor del evento, indica el nivel de tensión (13,2 - 33 - 115 kV)
- ✓ Tipo del evento (instantáneo, momentáneo y temporal)

Mediante los anteriores parámetros, se realiza una propuesta de localización relativa, así:

1. Se establece la variable N, que contiene la cantidad de registros para cada archivo. Lo anterior, se realiza para preparar la información al modelo que se requiere. Adicionalmente, este paso se realiza para disponer toda la información en una sola variable de tipo "struct".
2. Se extrae la información de las fechas a un struct. Debe realizarse con el formato establecido, ya que difiere del que trae Matlab por defecto.
3. Se extrae el nivel de tensión del sistema. Para el caso de la información disponible, se tiene para el "MEDIDOR PQ" la siguiente nomenclatura 23100=13,2 - 30100=33 y 40100=115. Por tanto, el carácter "2-3-4" indica si es de 13,2 - 33 o 115 kV. En la variable "Mag_Loc" se adiciona el nivel de tensión, para realizar la comparación.
4. Se asigna el tipo de evento que registra el sistema "MEDIDOR PQ". Este se asigna según la duración del evento (instantáneo, momentáneo o temporal).
5. Se obtiene la localización relativa que asigna el sistema "MEDIDOR PQ" y se extrae la magnitud del registro, estos parámetros servirán también para realizar la comparación de los resultados.
6. Se realiza un proceso de ordenamiento, para arreglar según la fecha el orden en que se han presentado.
7. Siendo un arreglo de celdas se utiliza "sortrows" para arreglar los registros en orden descendiente.
8. Se toma cada evento por separado, para realizar una localización en base únicamente al tiempo de detección (que nivel de tensión vio primero el hundimiento) y la magnitud (que nivel de tensión resulto con la tensión residual más baja). Para esto, se toma la cantidad de registros "N" y se agrupan según una duración no mayor a 0.5 segundos.

9. "j" será el valor asignado, para ir cambiando cada vez que detecte que dos o más eventos registrados estén asociados. Tras identificarlos, se guardan en un struct "base_datos". "o" será el valor asignado a la base de datos.
10. Se extrae para cada evento la información para realizar la localización, la cual es el segundo exacto en que se detecta el evento.
11. En "out", se han agrupado los registros que están asociados a un solo evento. De esta forma, es posible realizar una comparación de la información obtenida por el analizador de redes.
12. Se cuentan la cantidad de registros en el evento que se está estudiando.
13. *Posición*, es la primer estampa de tiempo que detecto el hundimiento en un conjunto de datos para un mismo evento.
14. Determinar magnitud mínima durante el evento de un conjunto de datos en p.u.
15. En los registros del evento, se comparan los instantes de tiempo y las magnitudes registradas. Esto se realiza para cada registro, si se ubica aguas arriba, aguas abajo o es el origen según el primer instante de tiempo. Adicionalmente, se determina si el punto de origen del "hundimiento" coincide con la tensión residual más baja del evento.
16. Finalmente, se compara la localización relativa dada por el algoritmo con la localización relativa dada por el medidor PQ y se determina si "coincide" o "no coincide"

En la Figura 11, se observa el diagrama de flujo de la *función ordenamiento*; en el anexo D, está el código en Matlab de esta función.



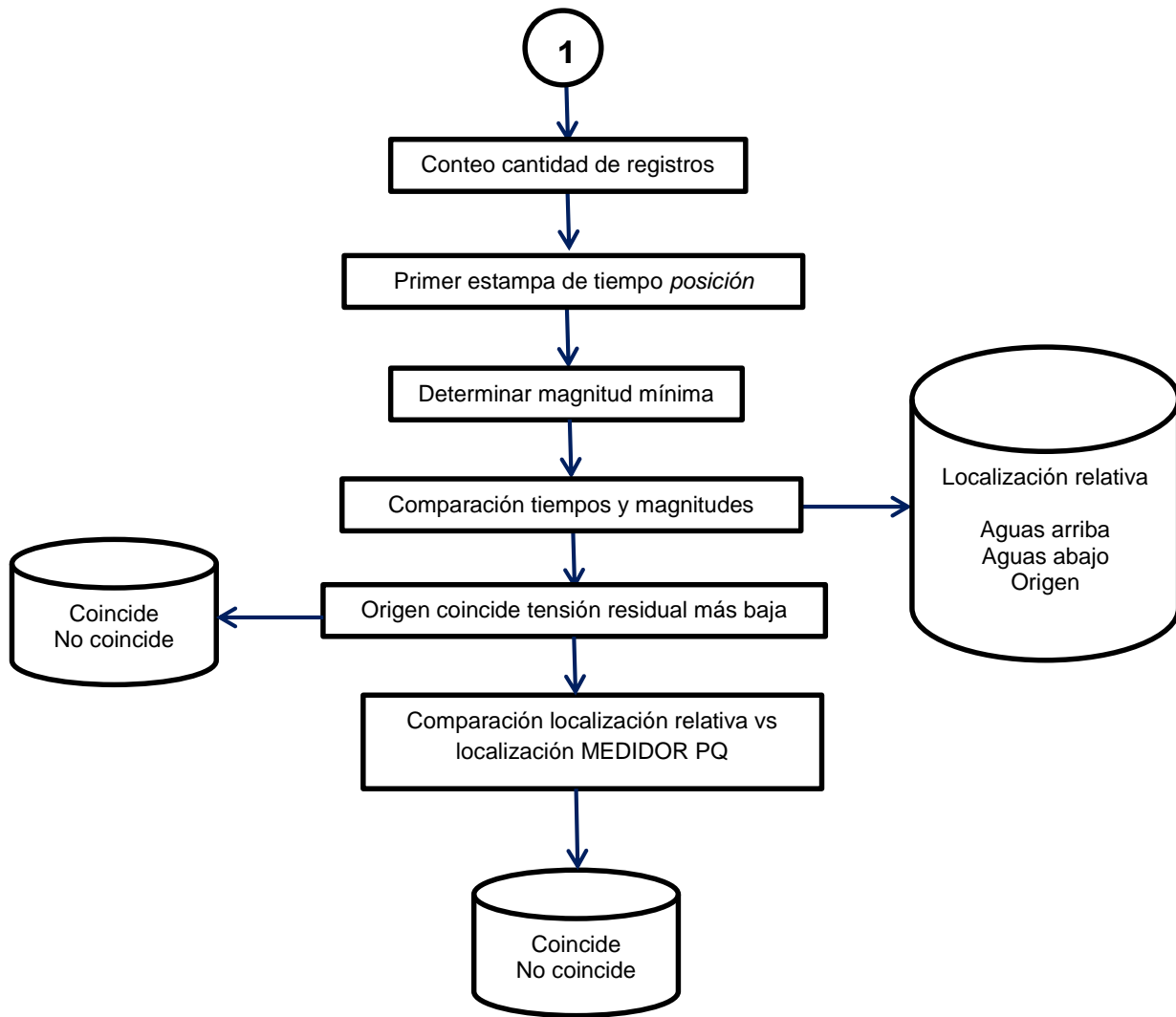


Figura 11. Diagrama de flujo - función ordenamiento

3.5.3. Función Generar XLS

Esta función se encarga de digitalizar la información en un archivo con formato de Excel.

Primero, agrupa la información de los eventos `N_Eventos`, luego determina el encabezado en las columnas del archivo de Excel, se carga la información generada por la función ordenamiento en una variable tipo `cell`, y se digitaliza la información en un archivo Excel.

En la Figura 12, se observa el diagrama de flujo de la *función Generar XLS*. En el anexo D, está el código en Matlab de esta función.

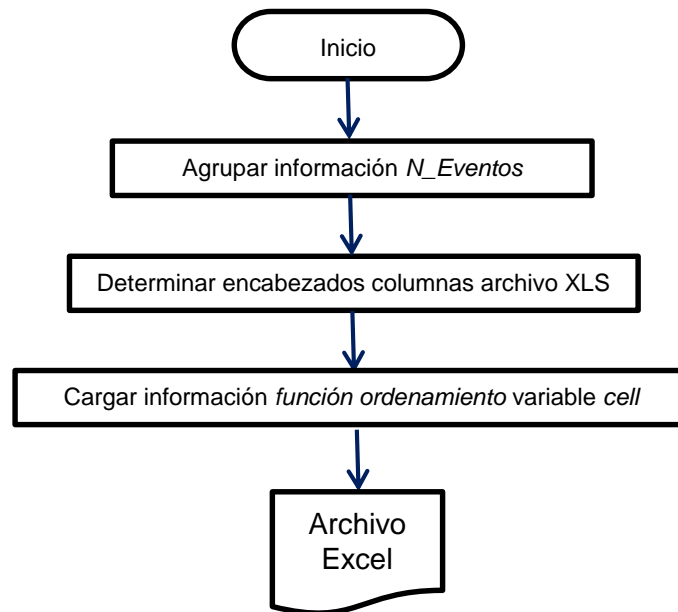


Figura 12. Diagrama de flujo - Función generar XLS

3.6. Tabla de resultados

Esta se obtiene, luego de aplicar el algoritmo de localización relativa definido en 3.5 a la tabla de datos del Anexo B: Tabla hundimientos de tensión subestación SUB1, la tabla se puede consultar en el Anexo F: Tabla de resultados.

En la Figura 13, se puede observar el archivo generado con los resultados obtenidos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Evento	Fecha	Segundo	Monitor	Magnitud pu	Localización UNAL	Localización MEDIDOR PQ	Coincidencia tiempo de ocurrencia - Loc MEDIDOR PQ	Coincidencia de la magnitud residual con la Loc UNAL
2									
3	1	31-Dec-2013 13:40:52	52,27400208	13200-SUB1-A	0.88	Or	Up	No coincide	Coincide
4	2	31-Dec-2013 06:00:46	46,86799622	33000-SUB1-A	0.88	Do	Do	Coincide	
5	0	31-Dec-2013 06:00:46	46,86399841	13200-SUB1-C	0.85	Or	Up	No coincide	Coincide
6	3	31-Dec-2013 00:21:59	59,48100281	33000-SUB1-C	0.88	Up	Up	Coincide	
7	0	31-Dec-2013 00:21:59	59,48000336	11500-SUB1-C	0.88	Or	Up	No coincide	Coincide
8	4	31-Dec-2013 00:03:02	2,782997131	33000-SUB1-C	0.88	Up	Up	Coincide	
9	0	31-Dec-2013 00:03:02	2,781997681	11500-SUB1-C	0.87	Or	Up	No coincide	Coincide
10	5	25-Dec-2013 22:39:29	29,77500153	13200-SUB1-A	0.85	Or	Do	No coincide	Coincide
11	6	25-Dec-2013 18:52:12	12,38700104	33000-SUB1-C	0.89	Do	Do	Coincide	
12	0	25-Dec-2013 18:52:12	12,38700104	33000-SUB1-A	0.86	Do	Do	Coincide	
13	0	25-Dec-2013 18:52:12	12,37899978	13200-SUB1-C	0.83	Or	Or	Coincide	Coincide

Figura 13. Archivo Excel tabla de resultados

La tabla de resultados tiene las siguientes columnas:

Evento

Es la numeración que asigna el algoritmo de Matlab a los eventos

Fecha

Fecha en formato dd-mm-aaaa hh:mm:ss

Segundo

Dato de segundos del evento con ocho (8) decimales

Monitor

Es la nomenclatura de la ubicación del elemento de medición

Magnitud pu

Magnitud en pu de la tensión residual del hundimiento de tensión

Localización Unal

Es la localización relativa calculada por el algoritmo, puede ser:

Do: aguas abajo Up: Aguas arriba Or: Origen del disturbio

Localización MEDIDOR PQ

Es la localización relativa calculada por el MEDIDOR PQ, puede ser:

Do: aguas abajo Up: Aguas arriba NL: El equipo no define localización

Coincidencia tiempo de ocurrencia - Loc MEDIDOR PQ (coincide/no coincide)

Es la coincidencia de la localización relativa calculada por el algoritmo, en base al tiempo de ocurrencia, con la localización relativa calculada por el MEDIDOR PQ.

Coincidencia de la magnitud residual con la Loc UNAL (coincide/no coincide)

Es la coincidencia de la localización relativa calculada por el algoritmo, en base al tiempo de ocurrencia, con la magnitud residual.

Capítulo 4

Análisis de resultados

En este capítulo se realiza el análisis de la tabla de resultados y las perspectivas de aplicación de la metodología.

4.1. Análisis

En el análisis de la tabla de resultados, se tiene lo siguiente:

➤ *Numero de eventos*

En el Anexo B, se tiene la tabla de hundimientos de tensión con 391 registros.

Al aplicar el algoritmo en Matlab a la tabla del Anexo B, se generan 113 eventos, cada uno de los cuales es una agrupación por tiempo de ocurrencia (si dos o más registros tienen una diferencia de ocurrencia en tiempo menor a 0.5 segundos). Los eventos generados se pueden consultar en la Tabla de resultados del Anexo F.

➤ *Eventos excluidos*

Al revisar los eventos generados en la tabla de resultados, se excluyen del análisis los siguientes:

- 42 eventos corresponden a hundimientos detectados por un solo equipo, la metodología aplica para hundimientos de tensión detectados por dos (2) o más equipos de medición (ver 3.1)
- Para 17 eventos, el software del equipo no calculo la localización relativa (NL)

Conclusión: De los 113, solo se realiza el análisis sobre 54 eventos.

➤ *Tipos de hundimientos*

De los 54 eventos, respecto al número de fases en las cuales se registra el evento, se tiene lo siguiente (ver Tabla 7):

Tipo hundimiento	Cantidad	%
Monofásico	23	43
Bifásico	18	33
Trifásico	13	24
Total	54	100

Tabla 7. Tipos de hundimientos lista eventos de análisis

Los hundimientos monofásicos son los de mayor ocurrencia (43%), seguidos de los bifásicos (33%) y luego por los trifásicos (24%).

➤ *Coincidencia localización relativa calculada vs localización relativa medidor PQ*

El algoritmo calculo la localización relativa para los 54 eventos y definió la localización relativa del nivel de tensión en el cual se originó el evento (Or), luego compara esta con la localización determinada por el medidor PQ, se obtienen los siguientes resultados de la Tabla 8:

Tipo hundimiento	Cantidad	Numero coincidencias	%
Monofásico	23	9	39
Bifásico	18	4	22
Trifásico	13	6	46
Total	54	19	35

Tabla 8. Coincidencia localización relativa calculada v.s medidor PQ

De los 54 eventos comparados, 19 de ellos coincide la localización relativa calculada con la localización dada por el medidor PQ, esto da un 35% de coincidencia.

Según la Tabla 8:

De 23 hundimientos monofásicos, 9 coincide la localización (39%)

De 18 bifásicos, 4 coincide la localización (22%)

DE 23 trifásicos, 6 coincide la localización (46%).

➤ *Coincidencia localización relativa calculada según descriptor estampa de tiempo del disturbio ocurrencia vs descriptor magnitud*

El algoritmo calcula la localización relativa para los 54 eventos con el descriptor tiempo y también lo realiza con el descriptor magnitud, los resultados de coincidencias se observan en la Tabla 9:

Tipo hundimiento	Cantidad	Numero coincidencias	%
Monofásico	23	9	39
Bifásico	18	2	11
Trifásico	13	5	38
Total	54	16	30

Tabla 9. Coincidencia localización relativa descriptor tiempo v.s descriptor magnitud

De los 54 eventos comparados, en 16 de ellos coincidió la localización relativa calculada por el descriptor tiempo con la localización aplicando el descriptor Magnitud, sería un 30% de coincidencia.

Respecto a la Tabla 9:

De 23 hundimientos monofásicos, 9 coincide la localización (39%)

De 18 bifásicos, 2 coincide la localización (11%)

De 13 trifásicos, 5 coincide la localización (38%).

4.2. Perspectivas de aplicación

Del análisis de resultados, se observa que la exclusión de 59 eventos (52 %) de los 113, afecta los resultados de la aplicación de la metodología. La coincidencia obtenida es buena en general, pudo ser más alta si se hubiera contado con todos los eventos en la aplicación de la metodología.

La metodología presenta un mejor rendimiento en la localización relativa de hundimientos monofásicos y trifásicos.

La metodología planteada, es un aporte a la localización relativa de hundimientos de tensión usando un análisis simple y fácil de aplicar, ya que solo usa los datos básicos del hundimiento de tensión que cualquier medidor entrega, como es la estampa de tiempo del disturbio y su magnitud.

Es de gran aplicación para las empresas que tienen instalados equipos de medición en las barras de las subestaciones de distribución y transmisión de energía.

Los algoritmos han sido desarrollados en un software libre y de fácil manejo, por lo cual puede ser fácilmente mejorado para uso de OR's o agentes que lo requieran.

Las nuevas perspectivas planteadas en la regulación colombiana, respecto a la calidad de la potencia eléctrica suministrada por los OR, conllevan a implementar este tipo de metodologías para determinar fácilmente el origen de los disturbios que afectan la onda de tensión, sus causas y acciones de mitigación para un mejor servicio de energía eléctrica al usuario.

Capítulo 5

Conclusiones

En este capítulo se presenta las conclusiones más importantes de la aplicación de esta metodología y su contribución en la localización relativa de hundimientos de tensión, así mismo se plantea trabajos futuros a desarrollar.

5.1. Conclusiones

- El algoritmo para calcular la localización relativa de los equipos de medición, presenta inconvenientes, como es no determinar la localización para algunos eventos, o que un equipo detecte el hundimiento y los otros no. Este es un aspecto a tener en cuenta por el OR propietario de los equipos.
- La coincidencia obtenida en general es buena, pudo ser más alta si se hubiera contado con todos los eventos en la aplicación de la metodología.
- La metodología es más consistente, cuando se combinan los dos descriptores.
- La magnitud en p.u entregada por el medidor solo tiene dos (2) decimales, si se tiene magnitudes similares en dos o más eventos, la metodología pierde eficacia, se obtienen mejores resultados con un mayor número de decimales.
- La metodología aplica para los diferentes tipos de hundimiento de tensión (monofásico, bifásico, trifásico).
- La metodología presenta un mejor rendimiento en la localización relativa de hundimientos monofásicos y trifásicos.
- Se usan los datos básicos del hundimiento de tensión entregados por cualquier tipo de medidor PQ, como es la stampa de tiempo del disturbio y su magnitud.
- La metodología no es aplicable cuando se tiene un solo equipo de medición o solo un equipo registra el hundimiento de tensión, se requiere que el evento sea registrado mínimo por dos (2) equipos.
- El uso de la herramienta Matlab permitió que los algoritmos desarrollados sean de fácil entendimiento y aplicación, los cuales pueden ser usados y mejorados por otros investigadores en trabajos futuros.
- Las ventajas de utilizar la herramienta Matlab son: acceso al código fuente, seguridad, rapidez en la incorporación de nuevas funciones, escalabilidad, interoperabilidad.
- La metodología desarrollada, es de gran aplicación para las empresas que tienen instalados equipos de medición en las barras de las subestaciones de distribución y transmisión de energía.
- Las nuevas perspectivas planteadas en la regulación colombiana, respecto a la calidad de la potencia eléctrica suministrada por los OR, conllevan a implementar este tipo de metodologías para determinar el origen de los disturbios que afectan

la onda de tensión, estudiar sus causas y plantear acciones de mitigación para un mejor servicio de energía eléctrica al usuario.

5.2. Futuras investigaciones

Con base en el análisis realizado en este trabajo de tesis, se pueden desarrollar trabajos de investigación, como son:

- ✓ Mejoramiento de la metodología para localización relativa de hundimientos bifásicos.
- ✓ Estudiar qué aspectos afectan el algoritmo de localización relativa de los medidores de calidad de potencia usados en este trabajo.
- ✓ Correlacionar esta metodología con la topología de la red y las fallas en el sistema de distribución del OR, para determinar la localización exacta del hundimiento.
- ✓ Estudiar el efecto sobre la metodología de localización relativa, cuando se tienen distintos tipos de conexión de transformadores.

Anexo A: Medición clase A - hundimientos de tensión IEC 61000-4-30

A. Metodología medición hundimientos de tensión

La medición básica de la tensión U_{rms} de un hundimiento, serán los $U_{rms} (1/2)$ en cada canal de medición.

La duración del ciclo $U_{rms} (1/2)$ depende de la frecuencia.

$U_{rms} (1/2)$: valor de la tensión rms medida en un 1 ciclo, que comienza en un cruce por cero de la onda fundamental y se refresca cada medio ciclo.

- Esta técnica se aplica en cada canal y producirá los valores rms para los diferentes canales en sistemas polifásicos.
- Este valor rms de la tensión aplica para fase-fase o para fase-neutro.

B. Detección hundimientos de tensión

El umbral del hundimiento es un porcentaje de la tensión declarada U_{din} o la tensión deslizante U_{sr} . El usuario deberá declarar la tensión de referencia a usar.

Tensión declarada U_{din} : valor de tensión de la fuente de alimentación, normalmente es la tensión nominal U_n del sistema.

Tensión deslizante (U_{sr}): Magnitud de tensión promediada sobre un intervalo de tiempo específico, el cual representa la tensión previa a la ocurrencia de un hundimiento o una elevación en tensión.

- En sistemas monofásicos, un hundimiento de tensión comienza cuando la tensión U_{rms} cae por debajo del umbral de referencia y termina cuando la tensión U_{rms} es igual o por encima del umbral más la tensión de histéresis.
- En los sistemas polifásicos, un hundimiento comienza cuando la tensión U_{rms} de uno o más canales está por debajo del umbral de referencia y termina cuando la

tensión U_{rms} en todos los canales medidos es igual o superior al umbral más la tensión de histéresis.

- Típicamente, la histéresis es el 2% de la tensión U_{din} .

C. Evaluación hundimientos de tensión

Un hundimiento de tensión se caracteriza por dos datos: la tensión residual (U_{res}) o magnitud y la duración.

- La tensión residual es el valor U_{rms} más bajo medido en cualquier canal durante el hundimiento.
- La magnitud es la diferencia entre la tensión de referencia (ya sea U_{din} o U_{sr}) y la tensión residual. Se expresa generalmente en porcentaje de la tensión de referencia.

D. Calculo de la tensión deslizante U_{sr}

La aplicación de la tensión de referencia U_{sr} es opcional. Si la tensión U_{sr} es elegida para calcular un hundimiento de tensión, este se calculará utilizando un filtro de primer orden con una constante de tiempo 1 min. Este filtro viene dado por:

$$U_{sr}(n) = 0,9967 \cdot U_{sr}(n-1) + 0,0033 \cdot U(10/12)_{rms}$$

Donde

$U_{sr}(n)$ es el valor actual de la tensión deslizante
 $U_{sr}(n-1)$ es el valor previo de la tensión deslizante y
 $U(10/12)_{rms}$ es el más reciente valor rms 10/12 ciclos

En el inicio de la medición, se puede establecer la tensión declarada U_{din} como el valor inicial de la tensión de referencia de deslizamiento. La tensión de referencia U_{sr} se actualiza cada 10/12 ciclos.

Anexo B: Tabla hundimientos de tensión subestación SUB1

Event Time	Monitor	Event Type	Channel	Characteristics
31/12/2013 13:40:52.274	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,799.9 V (0.88pu), Dur = 33.33 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 06:00:46.868	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,792. V (0.88pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
31/12/2013 06:00:46.864	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,565.2 V (0.85pu), Dur = 16.65 ms (1.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.481	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,961. V (0.88pu), Dur = 66.50 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.480	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,782. V (0.88pu), Dur = 66.50 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:03:02.783	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,836. V (0.88pu), Dur = 66.49 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:03:02.782	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,343. V (0.87pu), Dur = 66.48 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/12/2013 22:39:29.775	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,549.9 V (0.85pu), Dur = 124.95 ms (7.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
25/12/2013 18:52:12.387	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,901. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,466. V (0.86pu), Dur = 124.97 ms (7.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 299.98 ms (18.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
25/12/2013 18:52:12.387	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,466. V (0.86pu), Dur = 299.98 ms (18.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
25/12/2013 18:52:12.379	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,341.8 V (0.83pu), Dur = 316.65 ms (19.00 cyc.), Category = 2, Direction Unknown Sag
25/12/2013 18:52:10.579	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,259.4 V (0.82pu), Dur = 308.23 ms (18.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/12/2013 18:52:10.579	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,346.2 V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 6,259.4 V (0.82pu), Dur = 41.66 ms (2.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 308.23 ms (18.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/12/2013 18:52:10.579	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,940. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 14,731. V (0.77pu), Dur = 99.81 ms (5.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 308.51 ms (18.51 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
25/12/2013 18:52:10.579	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 14,731. V (0.77pu), Dur = 308.51 ms (18.51 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
24/12/2013 13:36:01.711	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,893. V (0.88pu), Dur = 8.38 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
24/12/2013 13:36:01.704	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,597.0 V (0.85pu), Dur = 24.97 ms (1.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 12:07:04.593	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,499.8 V (0.84pu), Dur = 58.30 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 12:07:04.582	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,341. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 16,795. V (0.87pu), Dur = 8.30 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 49.76 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/12/2013 12:07:04.582	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,795. V (0.87pu), Dur = 49.76 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/12/2013 12:00:12.533	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,330. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 16,850. V (0.87pu), Dur = 8.31 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.18 ms (1.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/12/2013 12:00:12.533	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,850. V (0.87pu), Dur = 33.18 ms (1.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/12/2013 12:00:12.524	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,502.6 V (0.84pu), Dur = 49.98 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 11:55:42.012	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,475.8 V (0.84pu), Dur = 50.01 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 11:55:42.005	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,785. V (0.87pu), Dur = 41.55 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/12/2013 11:44:35.659	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 15,257. V (0.80pu), Dur = 58.05 ms (3.48 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/12/2013 11:44:35.655	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,342.4 V (0.82pu), Dur = 50.00 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 11:44:35.655	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,756.7 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,342.4 V (0.82pu), Dur = 50.00 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 11:33:29.215	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,241.2 V (0.68pu), Dur = 25.00 ms (1.50 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
23/12/2013 11:33:29.215	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,763.5 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 5,241.2 V (0.68pu), Dur = 8.33 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 25.00 ms (1.50 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Downstream Sag
23/12/2013 11:33:29.211	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 17,166. V (0.90pu), Dur = 8.36 ms (0.50 cyc.), Category = 2
23/12/2013 11:12:57.267	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,504.3 V (0.84pu), Dur = 49.99 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/12/2013 11:12:57.266	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,819. V (0.88pu), Dur = 41.55 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Downstream Sag

22/12/2013 21:06:30.327	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,383. V (0.75pu), Mag(Aggregated) = 14,259. V (0.75pu), Dur = 233.51 ms (14.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 308.69 ms (18.52 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
22/12/2013 21:06:30.327	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,510. V (0.76pu), Mag(Aggregated) = 14,259. V (0.75pu), Dur = 241.87 ms (14.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 308.69 ms (18.52 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
22/12/2013 21:06:30.327	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 14,259. V (0.75pu), Dur = 308.69 ms (18.52 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
22/12/2013 21:06:30.319	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 5,719.3 V (0.74pu), Dur = 308.49 ms (18.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 21:06:30.319	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,855.0 V (0.76pu), Mag(Aggregated) = 5,719.3 V (0.74pu), Dur = 233.47 ms (14.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 308.49 ms (18.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 21:06:30.319	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,796.9 V (0.75pu), Mag(Aggregated) = 5,719.3 V (0.74pu), Dur = 308.49 ms (18.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.593	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 15,359. V (0.80pu), Mag(Aggregated) = 15,266. V (0.80pu), Dur = 58.19 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.593	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 15,266. V (0.80pu), Dur = 58.19 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.590	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 5,731.9 V (0.74pu), Dur = 66.69 ms (4.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.590	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,924.7 V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 5,731.9 V (0.74pu), Dur = 8.34 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 66.69 ms (4.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.590	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,859.8 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 5,731.9 V (0.74pu), Dur = 25.02 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 66.69 ms (4.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.589	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 53,896. V (0.79pu), Mag(Aggregated) = 53,877. V (0.79pu), Dur = 58.24 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 20:52:03.589	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 53,877. V (0.79pu), Dur = 58.24 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/12/2013 10:25:42.119	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,847.9 V (0.89pu), Dur = 8.31 ms (0.50 cyc.), Category = 2
20/12/2013 23:16:37.282	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,676.3 V (0.87pu), Dur = 175.23 ms (10.51 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
20/12/2013 06:08:57.700	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,657. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,460. V (0.86pu), Dur = 299.70 ms (17.98 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.15 ms (42.97 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.700	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,927. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,460. V (0.86pu), Dur = 308.02 ms (18.48 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.15 ms (42.97 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.700	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,460. V (0.86pu), Dur = 707.83 ms (42.47 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.15 ms (42.97 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.698	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 60,127. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 59,519. V (0.86pu), Dur = 308.02 ms (18.48 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.14 ms (42.97 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.698	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,950. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 59,519. V (0.86pu), Dur = 308.02 ms (18.48 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.14 ms (42.97 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.698	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,519. V (0.86pu), Dur = 716.14 ms (42.97 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.698	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,608.9 V (0.86pu), Dur = 299.82 ms (17.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.26 ms (42.98 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.698	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,766.3 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,608.9 V (0.86pu), Dur = 299.82 ms (17.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 716.26 ms (42.98 cyc.), Category = 2
20/12/2013 06:08:57.698	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,731.3 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,608.9 V (0.86pu), Dur = 716.26 ms (42.98 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.497	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,666.9 V (0.86pu), Dur = 316.89 ms (19.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 717.28 ms (43.04 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.497	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,758.7 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,666.9 V (0.86pu), Dur = 316.89 ms (19.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 717.28 ms (43.04 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.497	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,745.2 V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 6,666.9 V (0.86pu), Dur = 717.28 ms (43.04 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.495	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,653. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 16,634. V (0.87pu), Dur = 316.74 ms (19.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 717.15 ms (43.03 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.495	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,955. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,634. V (0.87pu), Dur = 325.08 ms (19.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 717.15 ms (43.03 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.495	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,634. V (0.87pu), Dur = 717.15 ms (43.03 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.493	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 60,070. V (0.87pu), Dur = 316.70 ms (19.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 717.11 ms (43.03 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.493	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 61,021. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 60,070. V (0.87pu), Dur = 325.04 ms (19.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 717.11 ms (43.03 cyc.), Category = 2
20/12/2013 04:14:58.493	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,132. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 60,070. V (0.87pu), Dur = 717.11 ms (43.03 cyc.), Category = 2
18/12/2013 08:22:07.951	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,204. V (0.86pu), Dur = 66.45 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

18/12/2013 08:22:07.951	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,012. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 58,204. V (0.86pu), Dur = 66.45 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/12/2013 08:22:07.948	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,508. V (0.86pu), Dur = 58.12 ms (3.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 66.45 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/12/2013 08:22:07.948	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,663. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 16,508. V (0.86pu), Dur = 66.45 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/12/2013 08:22:07.940	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,375.1 V (0.83pu), Dur = 74.86 ms (4.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.173	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,820. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,527. V (0.86pu), Dur = 174.91 ms (10.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 441.66 ms (26.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.173	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,910. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,527. V (0.86pu), Dur = 174.91 ms (10.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 441.66 ms (26.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.173	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,527. V (0.86pu), Dur = 441.66 ms (26.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.165	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,684. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 57,985. V (0.86pu), Dur = 324.92 ms (19.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 450.03 ms (27.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.165	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 59,025. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 57,985. V (0.86pu), Dur = 333.28 ms (20.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 450.03 ms (27.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.165	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 57,985. V (0.86pu), Dur = 450.03 ms (27.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.105	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,658.4 V (0.86pu), Dur = 433.74 ms (26.02 cyc.), Dur(Aggregated) = 508.78 ms (30.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.105	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,785.0 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,658.4 V (0.86pu), Dur = 325.18 ms (19.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 508.78 ms (30.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:24.105	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,694.1 V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 6,658.4 V (0.86pu), Dur = 400.21 ms (24.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 508.78 ms (30.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.464	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,908. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,429. V (0.86pu), Dur = 66.89 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.58 ms (5.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.464	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,989. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,429. V (0.86pu), Dur = 58.54 ms (3.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.58 ms (5.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.464	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,429. V (0.86pu), Dur = 83.58 ms (5.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.464	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,959. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 57,532. V (0.85pu), Dur = 75.23 ms (4.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.59 ms (5.02 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.464	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 59,214. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 57,532. V (0.85pu), Dur = 66.88 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.59 ms (5.02 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.464	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 57,532. V (0.85pu), Dur = 83.59 ms (5.02 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.447	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,631.7 V (0.86pu), Dur = 99.95 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.447	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,825.9 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,631.7 V (0.86pu), Dur = 66.67 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 99.95 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:24:23.447	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,672.1 V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 6,631.7 V (0.86pu), Dur = 74.99 ms (4.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 99.95 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:08.032	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 56,290. V (0.84pu), Mag(Aggregated) = 39,487. V (0.59pu), Dur = 66.75 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 133.49 ms (8.01 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:08.032	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 41,850. V (0.62pu), Mag(Aggregated) = 39,487. V (0.59pu), Dur = 91.79 ms (5.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 133.49 ms (8.01 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:08.032	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 39,487. V (0.59pu), Dur = 133.49 ms (8.01 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:07.031	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 5,838.6 V (0.76pu), Mag(Aggregated) = 3,957.2 V (0.52pu), Dur = 75.06 ms (4.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 150.12 ms (9.01 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:07.031	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,991.2 V (0.78pu), Mag(Aggregated) = 3,957.2 V (0.52pu), Dur = 75.06 ms (4.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 150.12 ms (9.01 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:07.031	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 3,957.2 V (0.52pu), Dur = 150.12 ms (9.01 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:07.027	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,077. V (0.84pu), Mag(Aggregated) = 11,416. V (0.60pu), Dur = 66.72 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 116.76 ms (7.01 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:07.027	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 11,991. V (0.63pu), Mag(Aggregated) = 11,416. V (0.60pu), Dur = 83.40 ms (5.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 116.76 ms (7.01 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:20:07.027	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 11,416. V (0.60pu), Dur = 116.76 ms (7.01 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:43.176	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 17,015. V (0.90pu), Dur = 24.93 ms (1.50 cyc.), Category = 2
17/12/2013 18:10:43.172	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,293. V (0.90pu), Dur = 33.24 ms (1.99 cyc.), Category = 2
17/12/2013 18:10:42.814	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,803.2 V (0.89pu), Dur = 358.34 ms (21.50 cyc.), Category = 2

17/12/2013 18:10:40.497	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,408. V (0.87pu), Dur = 691.67 ms (41.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.497	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 58,439. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 58,408. V (0.87pu), Dur = 691.67 ms (41.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.497	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,990. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 58,408. V (0.87pu), Dur = 641.61 ms (38.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 691.67 ms (41.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.492	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,531. V (0.87pu), Dur = 691.64 ms (41.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.492	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,570. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 16,531. V (0.87pu), Dur = 691.64 ms (41.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.492	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,911. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,531. V (0.87pu), Dur = 633.23 ms (37.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 691.64 ms (41.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.492	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,703.9 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,561.9 V (0.86pu), Dur = 671.75 ms (40.31 cyc.), Dur(Aggregated) = 696.78 ms (41.81 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.492	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,561.9 V (0.86pu), Dur = 696.78 ms (41.81 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/12/2013 18:10:40.492	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,726.9 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,561.9 V (0.86pu), Dur = 663.41 ms (39.80 cyc.), Dur(Aggregated) = 696.78 ms (41.81 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 14:10:33.773	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,734.6 V (0.88pu), Dur = 66.72 ms (4.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
16/12/2013 11:52:36.593	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,542. V (0.90pu), Dur = 25.02 ms (1.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:41:31.453	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,813.9 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,787.5 V (0.89pu), Dur = 25.02 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.35 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:41:31.453	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,787.5 V (0.89pu), Dur = 33.35 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:41:31.432	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,356. V (0.86pu), Dur = 41.56 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:41:31.421	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 57,004. V (0.85pu), Dur = 41.49 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:56.749	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,792.5 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,770.1 V (0.89pu), Dur = 24.99 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.31 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:56.749	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,770.1 V (0.89pu), Dur = 33.31 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:56.739	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,301. V (0.86pu), Dur = 41.44 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:56.712	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 56,837. V (0.85pu), Dur = 41.51 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:34.666	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,934. V (0.89pu), Dur = 41.69 ms (2.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:34.648	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,291. V (0.89pu), Dur = 50.02 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 11:27:33.849	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 17,026. V (0.89pu), Dur = 24.98 ms (1.50 cyc.), Category = 2
16/12/2013 11:27:33.831	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,521. V (0.89pu), Dur = 24.96 ms (1.50 cyc.), Category = 2
16/12/2013 05:29:09.601	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,954. V (0.87pu), Dur = 58.16 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 05:29:09.599	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,838. V (0.88pu), Dur = 49.84 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/12/2013 01:47:56.161	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 9,783.3 V (0.51pu), Mag(Aggregated) = 8,681.3 V (0.45pu), Dur = 91.71 ms (5.50 cyc.), Category = 3, Category(Aggregated) = 4, Downstream Sag
16/12/2013 01:47:56.161	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 8,681.3 V (0.45pu), Dur = 83.38 ms (5.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 91.71 ms (5.50 cyc.), Category = 4, Downstream Sag
16/12/2013 01:47:56.157	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 50,075. V (0.72pu), Dur = 83.12 ms (4.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
16/12/2013 01:47:56.157	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 55,103. V (0.80pu), Mag(Aggregated) = 50,075. V (0.72pu), Dur = 74.76 ms (4.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.12 ms (4.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
16/12/2013 01:47:56.147	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 1,509.6 V (0.19pu), Dur = 100.05 ms (6.00 cyc.), Category = 4, Downstream Sag
16/12/2013 01:47:56.147	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,297.3 V (0.81pu), Mag(Aggregated) = 1,509.6 V (0.19pu), Dur = 83.38 ms (5.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 100.05 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 4, Downstream Sag
16/12/2013 01:47:56.147	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,022.1 V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 1,509.6 V (0.19pu), Dur = 66.70 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 100.05 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 4, Downstream Sag
12/12/2013 17:47:04.662	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,011. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 48,105. V (0.71pu), Dur = 566.50 ms (33.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 574.82 ms (34.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.662	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 58,059. V (0.85pu), Mag(Aggregated) = 48,105. V (0.71pu), Dur = 566.50 ms (33.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 574.82 ms (34.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.662	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 48,105. V (0.71pu), Dur = 574.82 ms (34.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

12/12/2013 17:47:04.662	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 5,991.1 V (0.78pu), Mag(Aggregated) = 5,808.7 V (0.76pu), Dur = 574.76 ms (34.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 583.10 ms (34.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.662	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,875.0 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 5,808.7 V (0.76pu), Dur = 524.88 ms (31.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 583.10 ms (34.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.662	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,808.7 V (0.76pu), Dur = 574.76 ms (34.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 583.10 ms (34.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.656	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,740. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 13,655. V (0.71pu), Dur = 566.47 ms (33.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 574.78 ms (34.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.656	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,396. V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 13,655. V (0.71pu), Dur = 458.13 ms (27.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 574.78 ms (34.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/12/2013 17:47:04.656	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 13,655. V (0.71pu), Dur = 574.78 ms (34.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
11/12/2013 16:24:12.150	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,873.8 V (0.89pu), Dur = 16.70 ms (1.00 cyc.), Category = 2
08/12/2013 14:47:00.090	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,033.0 V (0.78pu), Dur = 166.62 ms (10.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
08/12/2013 14:46:59.690	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,416.9 V (0.83pu), Dur = 249.96 ms (15.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
08/12/2013 10:50:36.992	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,767.6 V (0.88pu), Dur = 16.53 ms (0.99 cyc.), Category = 2
08/12/2013 06:12:24.831	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,740.9 V (0.87pu), Dur = 75.13 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
08/12/2013 06:12:24.831	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,798.7 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,740.9 V (0.87pu), Dur = 75.13 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
08/12/2013 06:12:24.831	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,794.1 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,740.9 V (0.87pu), Dur = 66.79 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 75.13 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
08/12/2013 06:12:24.828	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 60,709. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 60,700. V (0.87pu), Dur = 83.46 ms (5.01 cyc.), Category = 2
08/12/2013 06:12:24.828	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 61,107. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 60,700. V (0.87pu), Dur = 66.80 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.46 ms (5.01 cyc.), Category = 2
08/12/2013 06:12:24.828	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,700. V (0.87pu), Dur = 66.80 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.46 ms (5.01 cyc.), Category = 2
08/12/2013 06:12:24.820	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,826. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,777. V (0.88pu), Dur = 83.46 ms (5.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
08/12/2013 06:12:24.820	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,977. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,777. V (0.88pu), Dur = 66.81 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.46 ms (5.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
08/12/2013 06:12:24.820	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,777. V (0.88pu), Dur = 66.81 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 83.46 ms (5.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
07/12/2013 12:04:23.673	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,594.3 V (0.85pu), Dur = 50.11 ms (3.01 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
06/12/2013 22:43:53.756	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,820. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 58,554. V (0.86pu), Dur = 50.07 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
06/12/2013 22:43:53.756	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 58,554. V (0.86pu), Dur = 50.07 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
06/12/2013 22:43:53.753	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,454.1 V (0.84pu), Dur = 58.32 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
06/12/2013 22:43:53.746	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,690. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 16,680. V (0.87pu), Dur = 50.07 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
06/12/2013 22:43:53.746	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,680. V (0.87pu), Dur = 50.07 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
06/12/2013 01:42:10.580	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,929.0 V (0.89pu), Dur = 33.32 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
06/12/2013 01:41:58.513	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,971.4 V (0.90pu), Dur = 358.16 ms (21.49 cyc.), Category = 2
06/12/2013 00:52:57.731	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 4,601.7 V (0.59pu), Mag(Aggregated) = 4,523.2 V (0.58pu), Dur = 616.52 ms (36.99 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
06/12/2013 00:52:57.731	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 4,523.2 V (0.58pu), Dur = 608.19 ms (36.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 616.52 ms (36.99 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
06/12/2013 00:52:57.731	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 4,578.1 V (0.59pu), Mag(Aggregated) = 4,523.2 V (0.58pu), Dur = 599.86 ms (35.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 616.52 ms (36.99 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
06/12/2013 00:52:57.731	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 57,760. V (0.84pu), Mag(Aggregated) = 57,487. V (0.84pu), Dur = 599.88 ms (35.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
06/12/2013 00:52:57.731	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 58,155. V (0.85pu), Mag(Aggregated) = 57,487. V (0.84pu), Dur = 583.22 ms (34.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 599.88 ms (35.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
06/12/2013 00:52:57.731	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 57,487. V (0.84pu), Dur = 599.88 ms (35.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
06/12/2013 00:52:57.724	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 11,292. V (0.59pu), Mag(Aggregated) = 11,237. V (0.59pu), Dur = 608.50 ms (36.51 cyc.), Category = 3, Downstream Sag

06/12/2013 00:52:57.724	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 11,237. V (0.59pu), Dur = 600.17 ms (36.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 608.50 ms (36.51 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
06/12/2013 00:52:57.724	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 11,326. V (0.59pu), Mag(Aggregated) = 11,237. V (0.59pu), Dur = 600.17 ms (36.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 608.50 ms (36.51 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
05/12/2013 19:10:37.403	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,415. V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 58,168. V (0.86pu), Dur = 799.53 ms (47.97 cyc.), Dur(Aggregated) = 807.87 ms (48.47 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:10:37.403	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 59,013. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 58,168. V (0.86pu), Dur = 416.45 ms (24.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 807.87 ms (48.47 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:10:37.403	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 58,168. V (0.86pu), Dur = 799.56 ms (47.97 cyc.), Dur(Aggregated) = 807.87 ms (48.47 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:10:37.390	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 4,974.7 V (0.64pu), Dur = 824.65 ms (49.48 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
05/12/2013 19:10:37.390	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,042.1 V (0.65pu), Mag(Aggregated) = 4,974.7 V (0.64pu), Dur = 799.69 ms (47.98 cyc.), Dur(Aggregated) = 824.65 ms (49.48 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
05/12/2013 19:10:37.390	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,040.4 V (0.65pu), Mag(Aggregated) = 4,974.7 V (0.64pu), Dur = 808.00 ms (48.48 cyc.), Dur(Aggregated) = 824.65 ms (49.48 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
05/12/2013 19:10:37.384	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 12,434. V (0.64pu), Mag(Aggregated) = 12,421. V (0.64pu), Dur = 816.10 ms (48.97 cyc.), Category = 3
05/12/2013 19:10:37.384	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 12,621. V (0.65pu), Mag(Aggregated) = 12,421. V (0.64pu), Dur = 433.17 ms (25.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 816.10 ms (48.97 cyc.), Category = 3
05/12/2013 19:10:37.384	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 12,421. V (0.64pu), Dur = 816.10 ms (48.97 cyc.), Category = 3
05/12/2013 19:09:34.335	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 5,928.0 V (0.76pu), Dur = 58.33 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 19:09:34.335	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,986.9 V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 5,928.0 V (0.76pu), Dur = 58.33 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 19:09:34.335	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,978.4 V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 5,928.0 V (0.76pu), Dur = 58.33 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 19:09:34.334	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,815. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 14,749. V (0.76pu), Dur = 58.38 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:09:34.334	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,932. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 14,749. V (0.76pu), Dur = 58.38 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:09:34.334	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 14,749. V (0.76pu), Dur = 58.38 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:03:26.649	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,348.0 V (0.82pu), Dur = 50.03 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 19:03:26.649	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,428.9 V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 6,348.0 V (0.82pu), Dur = 50.03 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 19:03:26.640	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,867. V (0.77pu), Dur = 58.22 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:01:09.303	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,667.1 V (0.86pu), Dur = 58.34 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 19:00:09.215	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,999.2 V (0.77pu), Dur = 350.21 ms (21.01 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:47:14.225	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,675.9 V (0.86pu), Dur = 516.59 ms (31.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:47:13.884	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,528.9 V (0.84pu), Mag(Aggregated) = 6,037.9 V (0.78pu), Dur = 8.31 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 108.29 ms (6.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:47:13.884	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,037.9 V (0.78pu), Dur = 108.29 ms (6.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:29:22.044	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,129.0 V (0.67pu), Dur = 58.34 ms (3.50 cyc.), Category = 3
05/12/2013 18:29:21.779	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,447. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 16,242. V (0.86pu), Dur = 158.35 ms (9.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:29:21.779	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,242. V (0.86pu), Dur = 83.72 ms (5.02 cyc.), Dur(Aggregated) = 158.35 ms (9.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:29:21.779	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,552. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 16,242. V (0.86pu), Dur = 92.05 ms (5.52 cyc.), Dur(Aggregated) = 158.35 ms (9.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:29:21.769	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 4,772.5 V (0.62pu), Mag(Aggregated) = 4,401.9 V (0.58pu), Dur = 266.57 ms (15.99 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
05/12/2013 18:29:21.769	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 4,401.9 V (0.58pu), Dur = 233.23 ms (13.99 cyc.), Dur(Aggregated) = 266.57 ms (15.99 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
05/12/2013 18:29:21.769	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,131.9 V (0.67pu), Mag(Aggregated) = 4,401.9 V (0.58pu), Dur = 100.01 ms (6.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 266.57 ms (15.99 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
05/12/2013 18:22:58.544	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,437.7 V (0.84pu), Dur = 233.28 ms (14.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 18:16:53.402	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,244.2 V (0.82pu), Dur = 308.09 ms (18.49 cyc.), Category = 2, Downstream Sag

05/12/2013 17:35:45.619	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 61,276. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 61,018. V (0.89pu), Dur = 33.38 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 17:35:45.619	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 61,018. V (0.89pu), Dur = 25.04 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.38 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 17:35:45.613	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,788.5 V (0.88pu), Dur = 41.68 ms (2.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:32:27.670	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,447. V (0.75pu), Dur = 316.75 ms (19.01 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
05/12/2013 14:32:27.661	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,259.5 V (0.81pu), Dur = 316.52 ms (18.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:32:27.661	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,306.7 V (0.82pu), Mag(Aggregated) = 6,259.5 V (0.81pu), Dur = 316.52 ms (18.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.203	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,096. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,854. V (0.88pu), Dur = 758.51 ms (45.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 783.49 ms (47.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.203	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 17,228. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 16,854. V (0.88pu), Dur = 658.43 ms (39.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 783.49 ms (47.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.203	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,854. V (0.88pu), Dur = 775.17 ms (46.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 783.49 ms (47.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.201	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,765.8 V (0.88pu), Dur = 783.50 ms (47.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.201	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,904.7 V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 6,765.8 V (0.88pu), Dur = 733.43 ms (44.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 783.50 ms (47.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.201	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,823.1 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,765.8 V (0.88pu), Dur = 766.85 ms (46.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 783.50 ms (47.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.193	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,746. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 59,278. V (0.88pu), Dur = 775.16 ms (46.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 800.13 ms (48.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.193	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,089. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 59,278. V (0.88pu), Dur = 783.49 ms (47.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 800.13 ms (48.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:19:27.193	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,278. V (0.88pu), Dur = 783.48 ms (47.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 800.13 ms (48.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
05/12/2013 14:13:31.669	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,012.6 V (0.78pu), Dur = 200.03 ms (12.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
02/12/2013 13:43:12.878	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,492.1 V (0.84pu), Dur = 25.03 ms (1.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
02/12/2013 11:06:25.352	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,766.7 V (0.88pu), Dur = 8.33 ms (0.50 cyc.), Category = 2
01/12/2013 04:25:08.960	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,814. V (0.88pu), Dur = 16.67 ms (1.00 cyc.), Category = 2
01/12/2013 04:25:07.960	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,054.0 V (0.78pu), Mag(Aggregated) = 5,146.0 V (0.66pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 24.96 ms (1.50 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Downstream Sag
01/12/2013 04:25:07.960	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,146.0 V (0.66pu), Dur = 24.96 ms (1.50 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
30/11/2013 17:28:54.128	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,718.0 V (0.87pu), Dur = 16.69 ms (1.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
30/11/2013 08:04:14.244	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,843.0 V (0.89pu), Dur = 258.42 ms (15.51 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
30/11/2013 02:24:13.172	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 62,045. V (0.90pu), Dur = 75.05 ms (4.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
30/11/2013 02:02:12.872	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,809.9 V (0.87pu), Dur = 116.77 ms (7.01 cyc.), Category = 2
30/11/2013 02:02:12.867	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,810. V (0.87pu), Dur = 116.86 ms (7.01 cyc.), Category = 2
29/11/2013 08:57:43.459	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,963. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,828. V (0.87pu), Dur = 16.65 ms (1.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 50.09 ms (3.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.459	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,828. V (0.87pu), Dur = 25.01 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 50.09 ms (3.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.459	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 17,011. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 16,828. V (0.87pu), Dur = 41.77 ms (2.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 50.09 ms (3.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.436	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,796. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 59,233. V (0.87pu), Dur = 16.64 ms (1.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 58.41 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.436	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 59,233. V (0.87pu), Dur = 41.69 ms (2.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 58.41 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.436	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,238. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 59,233. V (0.87pu), Dur = 58.41 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.405	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,860.1 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,744.4 V (0.87pu), Dur = 16.67 ms (1.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 75.12 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
29/11/2013 08:57:43.405	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,744.4 V (0.87pu), Dur = 16.67 ms (1.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 75.12 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

29/11/2013 08:57:43.405	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,773.6 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,744.4 V (0.87pu), Dur = 75.12 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
28/11/2013 12:18:27.584	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 15,996. V (0.83pu), Dur = 33.36 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
28/11/2013 12:18:27.575	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,802.6 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 6,738.9 V (0.87pu), Dur = 24.98 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.31 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
28/11/2013 12:18:27.575	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,738.9 V (0.87pu), Dur = 33.31 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.073	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,511. V (0.76pu), Dur = 99.91 ms (5.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.073	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 14,730. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 14,511. V (0.76pu), Dur = 91.58 ms (5.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 99.91 ms (5.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.061	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,883.9 V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 5,266.7 V (0.69pu), Dur = 8.33 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 99.86 ms (5.99 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.061	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,786.3 V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 5,266.7 V (0.69pu), Dur = 41.63 ms (2.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 99.86 ms (5.99 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.061	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,266.7 V (0.69pu), Dur = 99.86 ms (5.99 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.053	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 49,815. V (0.74pu), Dur = 99.91 ms (5.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
28/11/2013 11:15:57.053	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 51,077. V (0.76pu), Mag(Aggregated) = 49,815. V (0.74pu), Dur = 91.58 ms (5.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 99.91 ms (5.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:51:27.405	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,341.4 V (0.69pu), Dur = 191.79 ms (11.51 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
27/11/2013 23:51:27.402	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,857. V (0.77pu), Dur = 200.06 ms (12.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:51:27.402	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,934. V (0.78pu), Mag(Aggregated) = 14,857. V (0.77pu), Dur = 183.38 ms (11.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 200.06 ms (12.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:51:27.396	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 52,427. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 52,329. V (0.77pu), Dur = 200.04 ms (12.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:51:27.396	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 52,329. V (0.77pu), Dur = 191.71 ms (11.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 200.04 ms (12.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:50:21.316	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,380.4 V (0.69pu), Dur = 158.48 ms (9.51 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
27/11/2013 23:36:07.453	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 52,561. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 52,321. V (0.76pu), Dur = 199.72 ms (11.98 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:36:07.453	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 52,321. V (0.76pu), Dur = 199.72 ms (11.98 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:36:07.449	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,364.4 V (0.69pu), Dur = 199.72 ms (11.98 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
27/11/2013 23:36:07.448	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,891. V (0.77pu), Dur = 199.73 ms (11.98 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:36:07.448	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,937. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 14,891. V (0.77pu), Dur = 199.73 ms (11.98 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:35:54.185	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,385.4 V (0.69pu), Dur = 199.75 ms (11.99 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
27/11/2013 23:35:54.181	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 52,725. V (0.77pu), Mag(Aggregated) = 52,635. V (0.77pu), Dur = 208.08 ms (12.48 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:35:54.181	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 52,635. V (0.77pu), Dur = 191.42 ms (11.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 208.08 ms (12.48 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:35:54.175	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,938. V (0.77pu), Dur = 208.08 ms (12.48 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 23:35:54.175	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 15,030. V (0.78pu), Mag(Aggregated) = 14,938. V (0.77pu), Dur = 191.43 ms (11.49 cyc.), Dur(Aggregated) = 208.08 ms (12.48 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 20:51:24.432	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,954.2 V (0.90pu), Dur = 8.34 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 20:51:24.392	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,016. V (0.86pu), Dur = 49.86 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
27/11/2013 20:51:24.390	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,779. V (0.87pu), Dur = 49.79 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
26/11/2013 16:01:39.547	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,188. V (0.90pu), Dur = 16.63 ms (1.00 cyc.), Category = 2
26/11/2013 16:01:39.527	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,747. V (0.89pu), Dur = 41.58 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.613	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,353.2 V (0.82pu), Dur = 208.46 ms (12.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 216.80 ms (13.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.613	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,442.4 V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 6,353.2 V (0.82pu), Dur = 216.80 ms (13.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

25/11/2013 17:31:23.613	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,404.7 V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 6,353.2 V (0.82pu), Dur = 208.46 ms (12.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 216.80 ms (13.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.612	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 15,986. V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 15,878. V (0.82pu), Dur = 208.58 ms (12.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.612	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 16,141. V (0.84pu), Mag(Aggregated) = 15,878. V (0.82pu), Dur = 208.58 ms (12.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.612	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 15,878. V (0.82pu), Dur = 208.58 ms (12.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.612	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 55,789. V (0.82pu), Mag(Aggregated) = 55,676. V (0.82pu), Dur = 208.55 ms (12.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.612	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 56,204. V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 55,676. V (0.82pu), Dur = 208.55 ms (12.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 17:31:23.612	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 55,676. V (0.82pu), Dur = 208.55 ms (12.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
25/11/2013 06:13:24.220	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,876.9 V (0.90pu), Dur = 25.04 ms (1.50 cyc.), Category = 2
24/11/2013 06:26:20.814	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 61,509. V (0.89pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 16.67 ms (1.00 cyc.), Category = 2
24/11/2013 06:26:20.814	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 62,037. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 61,509. V (0.89pu), Dur = 16.67 ms (1.00 cyc.), Category = 2
24/11/2013 06:26:20.814	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,060. V (0.89pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 16.63 ms (1.00 cyc.), Category = 2
24/11/2013 06:26:20.814	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 17,161. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 17,060. V (0.89pu), Dur = 16.63 ms (1.00 cyc.), Category = 2
24/11/2013 06:26:20.813	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,608.0 V (0.85pu), Dur = 16.62 ms (1.00 cyc.), Category = 2
24/11/2013 03:49:40.524	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 5,762.1 V (0.75pu), Dur = 83.32 ms (5.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/11/2013 15:56:02.951	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,697.6 V (0.86pu), Dur = 41.57 ms (2.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:56:02.863	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 61,008. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 60,910. V (0.90pu), Dur = 8.31 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:56:02.863	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,910. V (0.90pu), Dur = 8.31 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:33:26.439	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,454. V (0.88pu), Mag(Aggregated) = 59,188. V (0.88pu), Dur = 100.03 ms (6.00 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.439	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,063. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 59,188. V (0.88pu), Dur = 91.72 ms (5.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 100.03 ms (6.00 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.439	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,188. V (0.88pu), Dur = 91.72 ms (5.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 100.03 ms (6.00 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.430	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,753.0 V (0.87pu), Dur = 91.66 ms (5.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 141.66 ms (8.50 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.430	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,867.0 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,753.0 V (0.87pu), Dur = 141.66 ms (8.50 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.430	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,851.6 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,753.0 V (0.87pu), Dur = 83.33 ms (5.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 141.66 ms (8.50 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.416	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,029. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,907. V (0.88pu), Dur = 100.03 ms (6.00 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.416	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 17,239. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 16,907. V (0.88pu), Dur = 58.46 ms (3.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 100.03 ms (6.00 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:33:26.416	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,907. V (0.88pu), Dur = 91.72 ms (5.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 100.03 ms (6.00 cyc.), Category = 2
23/11/2013 15:19:20.532	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 15,828. V (0.83pu), Dur = 58.22 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
23/11/2013 15:19:20.182	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,429.4 V (0.83pu), Dur = 425.24 ms (25.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:19:20.182	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,868.4 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,429.4 V (0.83pu), Dur = 41.74 ms (2.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 425.24 ms (25.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:19:08.551	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,852.8 V (0.89pu), Dur = 325.02 ms (19.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:00:09.829	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 51,660. V (0.77pu), Dur = 74.67 ms (4.48 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:00:09.828	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,246.5 V (0.81pu), Dur = 66.76 ms (4.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:00:09.828	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,670.0 V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 6,246.5 V (0.81pu), Dur = 58.42 ms (3.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 66.76 ms (4.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 15:00:09.824	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 14,943. V (0.78pu), Dur = 66.37 ms (3.98 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

23/11/2013 14:57:51.553	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 51,284. V (0.76pu), Dur = 75.35 ms (4.52 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 14:57:51.552	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 14,784. V (0.77pu), Dur = 75.35 ms (4.52 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 14:57:51.552	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,553.9 V (0.85pu), Mag(Aggregated) = 6,280.4 V (0.82pu), Dur = 74.94 ms (4.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
23/11/2013 14:57:51.552	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,280.4 V (0.82pu), Dur = 66.63 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 74.94 ms (4.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 16:37:32.061	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,010.2 V (0.78pu), Dur = 66.67 ms (4.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 16:37:32.061	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,675.4 V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 6,010.2 V (0.78pu), Dur = 58.34 ms (3.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 66.67 ms (4.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 16:37:32.043	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 50,117. V (0.74pu), Dur = 75.50 ms (4.53 cyc.), Category = 2
22/11/2013 16:37:32.040	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,669. V (0.76pu), Dur = 75.47 ms (4.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:50:38.176	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 15,939. V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 15,624. V (0.82pu), Dur = 58.85 ms (3.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:50:38.176	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 15,624. V (0.82pu), Dur = 58.85 ms (3.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:50:38.173	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 55,500. V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 54,655. V (0.81pu), Dur = 58.83 ms (3.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:50:38.173	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 54,655. V (0.81pu), Dur = 58.83 ms (3.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:50:38.166	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,901.9 V (0.77pu), Dur = 58.25 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:38:00.713	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,388.5 V (0.83pu), Dur = 350.13 ms (21.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:38:00.713	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,693.0 V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 6,388.5 V (0.83pu), Dur = 341.79 ms (20.51 cyc.), Dur(Aggregated) = 350.13 ms (21.01 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:38:00.709	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 15,469. V (0.81pu), Dur = 358.72 ms (21.52 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 14:38:00.705	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 53,578. V (0.79pu), Dur = 358.71 ms (21.52 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 08:50:37.794	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 49,838. V (0.73pu), Dur = 92.05 ms (5.52 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 08:50:37.794	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,178.6 V (0.81pu), Dur = 83.38 ms (5.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 08:50:37.794	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,390.5 V (0.83pu), Mag(Aggregated) = 6,178.6 V (0.81pu), Dur = 83.38 ms (5.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 08:50:37.793	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,454. V (0.76pu), Dur = 92.20 ms (5.53 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
22/11/2013 07:47:48.567	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,029. V (0.89pu), Dur = 58.48 ms (3.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
21/11/2013 20:05:57.145	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,692. V (0.90pu), Dur = 33.45 ms (2.01 cyc.), Category = 2
21/11/2013 19:49:10.538	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 43,821. V (0.65pu), Dur = 75.12 ms (4.51 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
21/11/2013 19:49:10.538	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 48,962. V (0.73pu), Mag(Aggregated) = 43,821. V (0.65pu), Dur = 66.77 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 75.12 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
21/11/2013 19:49:10.537	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,616.6 V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 4,400.3 V (0.57pu), Dur = 58.33 ms (3.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 74.99 ms (4.50 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
21/11/2013 19:49:10.537	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 4,400.3 V (0.57pu), Dur = 74.99 ms (4.50 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
21/11/2013 19:49:10.532	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 12,567. V (0.65pu), Dur = 75.13 ms (4.51 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
21/11/2013 19:49:10.532	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 14,113. V (0.73pu), Mag(Aggregated) = 12,567. V (0.65pu), Dur = 66.78 ms (4.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 75.13 ms (4.51 cyc.), Category = 2, Category(Aggregated) = 3, Upstream Sag
20/11/2013 12:08:42.136	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,124.3 V (0.79pu), Dur = 349.84 ms (20.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
19/11/2013 00:27:00.438	SUB130100	Temporary Interruption	Rms Voltage C	Mag = 11.21 V (0.00pu), Mag(Aggregated) = 10.88 V (0.00pu), Dur = 6.02 s, Dur(Aggregated) = 6.20 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.438	SUB130100	Temporary Interruption	Rms Voltage B	Mag = 11.78 V (0.00pu), Mag(Aggregated) = 10.88 V (0.00pu), Dur = 6.13 s, Dur(Aggregated) = 6.20 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.438	SUB130100	Temporary Interruption	Rms Voltage A	Mag = 10.88 V (0.00pu), Dur = 6.20 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.437	SUB140100	Temporary Interruption	Rms Voltage C	Mag = 80.68 V (0.00pu), Mag(Aggregated) = 69.50 V (0.00pu), Dur = 6.01 s, Dur(Aggregated) = 6.14 s, Category = 6, Upstream Sag

19/11/2013 00:27:00.437	SUB140100	Temporary Interruption	Rms Voltage B	Mag = 69.50 V (0.00pu), Dur = 6.12 s, Dur(Aggregated) = 6.14 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.437	SUB140100	Temporary Interruption	Rms Voltage A	Mag = 83.28 V (0.00pu), Mag(Aggregated) = 69.50 V (0.00pu), Dur = 6.14 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.435	SUB123100	Temporary Interruption	Rms Voltage C	Mag = 6.42 V (0.00pu), Mag(Aggregated) = 5.90 V (0.00pu), Dur = 6.24 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.435	SUB123100	Temporary Interruption	Rms Voltage B	Mag = 5.90 V (0.00pu), Dur = 6.11 s, Dur(Aggregated) = 6.24 s, Category = 6, Upstream Sag
19/11/2013 00:27:00.435	SUB123100	Temporary Interruption	Rms Voltage A	Mag = 6.41 V (0.00pu), Mag(Aggregated) = 5.90 V (0.00pu), Dur = 6.23 s, Dur(Aggregated) = 6.24 s, Category = 6, Upstream Sag
18/11/2013 20:18:13.005	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,812. V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2
18/11/2013 16:24:11.311	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,743.6 V (0.87pu), Dur = 16.67 ms (1.00 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.675	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,889. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 16,797. V (0.88pu), Dur = 608.61 ms (36.52 cyc.), Dur(Aggregated) = 650.42 ms (39.03 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.675	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 17,078. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 16,797. V (0.88pu), Dur = 283.41 ms (17.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 650.42 ms (39.03 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.675	SUB130100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,797. V (0.88pu), Dur = 650.42 ms (39.03 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.670	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,701.3 V (0.88pu), Dur = 658.83 ms (39.53 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.670	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,812.8 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,701.3 V (0.88pu), Dur = 558.60 ms (33.52 cyc.), Dur(Aggregated) = 658.83 ms (39.53 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.670	SUB123100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,790.5 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,701.3 V (0.88pu), Dur = 575.41 ms (34.52 cyc.), Dur(Aggregated) = 658.83 ms (39.53 cyc.), Category = 2
18/11/2013 11:26:06.666	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,141. V (0.88pu), Dur = 642.03 ms (38.52 cyc.), Dur(Aggregated) = 667.12 ms (40.03 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 11:26:06.666	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage B	Mag = 59,967. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 59,141. V (0.88pu), Dur = 516.90 ms (31.01 cyc.), Dur(Aggregated) = 667.12 ms (40.03 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 11:26:06.666	SUB140100	Momentary Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,240. V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 59,141. V (0.88pu), Dur = 658.77 ms (39.53 cyc.), Dur(Aggregated) = 667.12 ms (40.03 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 07:45:11.566	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 59,746. V (0.89pu), Dur = 50.07 ms (3.00 cyc.), Category = 2
18/11/2013 07:45:11.566	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,299. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 59,746. V (0.89pu), Dur = 25.06 ms (1.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 50.07 ms (3.00 cyc.), Category = 2
18/11/2013 07:45:11.561	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,914. V (0.89pu), Dur = 50.08 ms (3.00 cyc.), Category = 2
18/11/2013 07:45:11.561	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,636.7 V (0.87pu), Dur = 49.98 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 04:07:41.985	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,739.2 V (0.87pu), Dur = 50.01 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 04:07:41.985	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,862.1 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,739.2 V (0.87pu), Dur = 50.01 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 04:07:41.979	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,052. V (0.84pu), Dur = 58.13 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
18/11/2013 04:07:41.976	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 57,404. V (0.83pu), Dur = 58.08 ms (3.48 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/11/2013 17:28:31.023	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,684. V (0.88pu), Dur = 99.98 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/11/2013 17:28:31.016	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,931. V (0.89pu), Dur = 91.66 ms (5.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/11/2013 17:20:40.534	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,212. V (0.90pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Category = 2
17/11/2013 17:20:40.517	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 60,497. V (0.89pu), Dur = 283.73 ms (17.02 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
17/11/2013 17:20:39.266	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 59,110. V (0.87pu), Dur = 100.16 ms (6.01 cyc.), Category = 2
17/11/2013 17:20:39.264	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,823.5 V (0.89pu), Dur = 100.05 ms (6.00 cyc.), Category = 2
17/11/2013 17:20:39.258	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,754. V (0.88pu), Dur = 100.17 ms (6.01 cyc.), Category = 2
17/11/2013 16:25:30.596	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,541.0 V (0.84pu), Dur = 16.69 ms (1.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
17/11/2013 16:25:06.527	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,363.6 V (0.82pu), Dur = 100.01 ms (6.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
16/11/2013 20:51:26.468	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 53,585. V (0.79pu), Dur = 50.03 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag

16/11/2013 20:51:26.468	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,668.9 V (0.86pu), Dur = 50.03 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/11/2013 20:51:26.468	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,700.9 V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 6,668.9 V (0.86pu), Dur = 41.70 ms (2.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 50.03 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/11/2013 20:51:26.465	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 15,553. V (0.81pu), Dur = 50.04 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/11/2013 20:19:08.593	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,939.7 V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2
16/11/2013 20:19:08.593	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,943.8 V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 6,939.7 V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2
16/11/2013 20:19:08.570	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 60,313. V (0.89pu), Dur = 41.75 ms (2.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/11/2013 20:19:08.570	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 60,606. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 60,313. V (0.89pu), Dur = 16.70 ms (1.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 41.75 ms (2.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/11/2013 20:19:08.570	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 60,641. V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 60,313. V (0.89pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 41.75 ms (2.51 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
16/11/2013 08:52:07.813	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,021.7 V (0.78pu), Dur = 41.66 ms (2.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
14/11/2013 23:24:35.280	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,381.2 V (0.82pu), Dur = 49.98 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
14/11/2013 22:10:21.484	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 16,678. V (0.87pu), Dur = 41.69 ms (2.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
14/11/2013 22:10:21.474	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 58,820. V (0.87pu), Dur = 41.70 ms (2.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
14/11/2013 16:33:50.964	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,906.9 V (0.89pu), Mag(Aggregated) = 6,474.9 V (0.84pu), Dur = 16.66 ms (1.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.33 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
14/11/2013 16:33:50.964	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 6,474.9 V (0.84pu), Dur = 33.33 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
14/11/2013 16:33:50.964	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 6,944.6 V (0.90pu), Mag(Aggregated) = 6,474.9 V (0.84pu), Dur = 8.33 ms (0.50 cyc.), Dur(Aggregated) = 33.33 ms (2.00 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
14/11/2013 14:13:48.300	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 4,750.1 V (0.62pu), Dur = 91.49 ms (5.49 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
14/11/2013 00:12:50.094	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,239.4 V (0.81pu), Dur = 49.96 ms (3.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
14/11/2013 00:12:50.092	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 58,900. V (0.86pu), Mag(Aggregated) = 56,898. V (0.83pu), Dur = 49.82 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
14/11/2013 00:12:50.092	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 56,898. V (0.83pu), Dur = 49.82 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
14/11/2013 00:12:50.086	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 16,555. V (0.87pu), Mag(Aggregated) = 15,928. V (0.83pu), Dur = 49.86 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
14/11/2013 00:12:50.086	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 15,928. V (0.83pu), Dur = 49.86 ms (2.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/11/2013 03:54:21.250	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 5,821.2 V (0.75pu), Dur = 66.63 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 74.96 ms (4.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/11/2013 03:54:21.250	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 5,846.5 V (0.76pu), Mag(Aggregated) = 5,821.2 V (0.75pu), Dur = 66.65 ms (4.00 cyc.), Dur(Aggregated) = 74.96 ms (4.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
12/11/2013 03:54:21.245	SUB130100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 12,229. V (0.64pu), Dur = 75.29 ms (4.52 cyc.), Category = 3, Upstream Sag
12/11/2013 03:54:21.243	SUB140100	Instantaneous Sag	Rms Voltage A	Mag = 41,384. V (0.60pu), Dur = 75.38 ms (4.52 cyc.), Category = 3, Downstream Sag
09/11/2013 19:34:30.786	SUB123100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,870.1 V (0.89pu), Dur = 16.68 ms (1.00 cyc.), Category = 2

Anexo C: Sincronización tiempo equipos de medición PQ subestación SUB1

Sincronización equipos medición PQ

El esquema del sistema que se utiliza para la sincronización del tiempo de los equipos de medición PQ se muestra en la Figura 14, el satélite envía una señal de tiempo y la recibe la antena GPS, esta señal es enviada a un servidor NTP, el cual a través de la red de comunicaciones está corriendo en tiempo real un protocolo de supervisión de sincronismo a todos los equipos de medición PQ, si detecta en uno de los equipos una diferencia de tiempo mayor o igual a 10 milisegundos, envía un pulso de sincronismo al equipo a través de la red de comunicaciones, este sistema garantiza la sincronización en tiempos de todos los equipos de medición PQ.

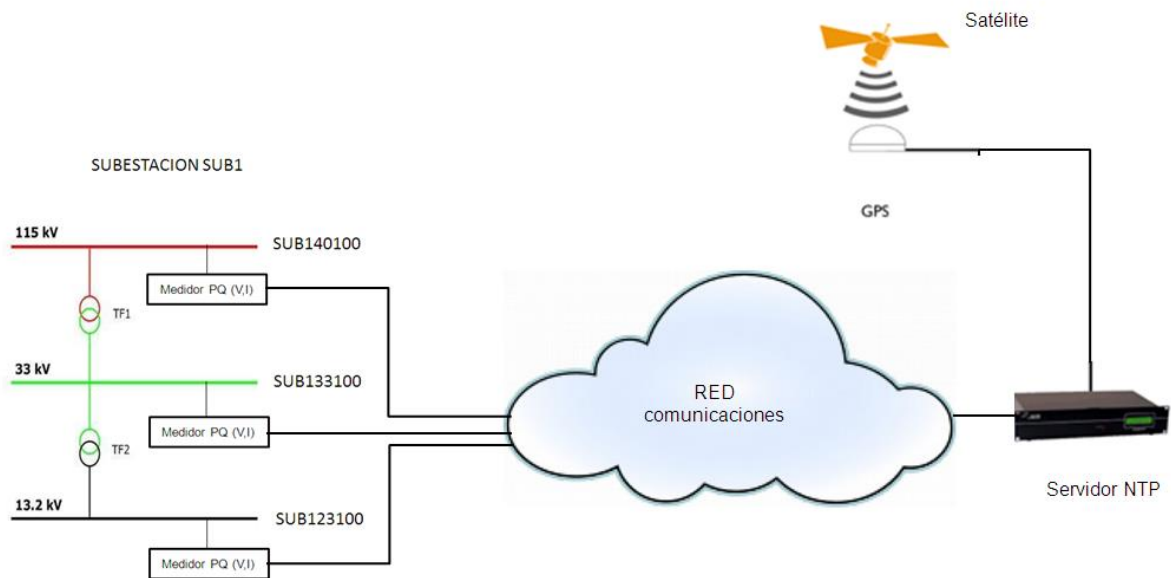


Figura 14. Esquema sincronización tiempo equipos medición PQ

Anexo D: Funciones en Matlab algoritmo localización relativa hundimientos de tensión

1. Función comparación

Función para comparar la estampa de tiempo y magnitud tensión residual de una lista de eventos. Mediante esta comparación, es posible identificar cual es la localización relativa de una disturbio.

```
function out=Comparacion_Estampa_Tiempo
```

Se limpia la pantalla.

```
clc
```

Se cambia el formato a largo, para poder ver los segundos de la estampa de tiempo hasta con 14 decimales.

```
format long
```

Se escoge el origen de las carpetas para correr el código

Se determinan los parámetros para realizar la búsqueda de bases de datos de Sags. En "Carpeta" se selecciona la carpeta donde están ubicados los archivos de sags, en formato ".mat" (Archivo de datos de matlab).

```
addpath 'C:\Users\Metodologia Sags \Archivos para enviar\Formato cell'  
Carpeta='C:\Users\Metodologia Sags \Archivos para enviar\Formato cell';
```

En "Tipo" se selecciona el tipo de archivo que se quiere leer

```
Tipo='*.mat';  
  
Lista_Direcciones=dir(fullfile(Carpeta,Tipo));  
Lista_Direcciones={Lista_Direcciones.name}';  
out.Nombres=Lista_Direcciones;
```

Comparación de tiempos

En el paso anterior, se ha obtenido en "Lista_Direcciones" los nombres de los archivos ".mat". En cada uno de estos archivos, están recopilados para cada subestación, grupo de subestaciones o sitio específico de medida los siguientes datos:

- La fecha del evento.
- El nivel de tensión (monitor)
- Tipo de evento (Instantáneo, momentáneo)
- Su localización relativa (Aguas arriba o aguas abajo a partir del punto de medida)
- La magnitud del evento (en kV y en p.u.)

Se obtiene la cantidad de archivos que contienen la información de interés en la variable "Tam_Datos"

```
[Tam_Datos,b]=size(Lista_Direcciones);
```

Análisis de cada lista de datos

Se carga cada uno de los archivos de Sags mediante "load". Como resultado, se obtiene un struct donde está la información anteriormente listada.

```
for k=1:Tam_Datos
    out.Lista_Dir{k,1}=load(Lista_Direcciones{k,1});
```

Se genera el ordenamiento de los sags registrados en cada lista, mediante una comparación de tiempos. Para explicar lo anterior, si dos registros de sags tienen una diferencia de ocurrencia de tiempos inferior a 0.5 segundos, se considera que ambos registros hacen parte de una misma causa. Por tanto, es posible de igual forma comparar en un conjunto de registros de una misma causa el registro que primero fue detectado. En base a dicha suposición, se clasifica al primer registro detectado como el origen de la falla.

Ahora bien, se utiliza la función "ordenamiento" para organizar los Sags de cada archivo por su ocurrencia de tiempo. Adicionalmente, se estructuran en paquetes de "Eventos" según la estampa de tiempo, considerando una cercanía del tiempo de ocurrencia de milisegundos.

```
out.Lista_Dir{k,1}=ordenamiento(out.Lista_Dir{k,1});
```

Se genera el archivo xls con cada una de las listas estudiadas

```
Generar_XLS(Lista_Direcciones{k,1},out.Lista_Dir{k,1});
```

```
end
end
```

```
ans =
```

```
Nombres: {4x1 cell}
```

Lista_Dir: {4x1 cell}

II. Función ordenamiento

Función para determinar la localización relativa de un evento "hundimiento de tensión, a partir del tiempo de ocurrencia y la magnitud residual más baja. Además permite comparar la localización relativa calculada con la del MEDIDOR PQ.

Dentro de cada archivo denominado "ListaSags", se encuentra la siguiente información:

- Canal del evento (fase A, B, C)
- Fecha del evento (día/mes/año hora:minuto:segundo.milisegundos)
- Localización del evento, según el algoritmo de MEDIDOR PQ(Up, Do, Or)
- Magnitud del evento (tensión residual en dicha fase, en p.u)
- Monitor del evento, indica el nivel de tensión (13,2 - 33 - 115 kV)
- Tipo del evento (instantáneo, momentáneo y temporal)

Mediante los anteriores parámetros, se realiza una propuesta de localización relativa.

```
function out=ordenamiento(ListaSags)
```

Se toma la longitud de la base de datos cargada al programa

```
[N,b]=size(ListaSags.Fecha_Evento);
```

La variable N, contiene la cantidad de registros para cada archivo. Lo anterior, se realiza para preparar la información al modelo que se requiere. Adicionalmente, este paso se realiza para disponer toda la información en una sola variable de tipo "struct".

```
for i=1:N
```

Se extrae la información de las fechas a un struct. Debe realizarse con el formato establecido, ya que difiere del que trae matlab por defecto.

```
Datos(i).Fechas=datevec(ListaSags.Fecha_Evento{i,1},'dd/mm/yy HH:MM:SS.FFF');  
Datos(i).Fechas=datenum(Datos(i).Fechas);
```

Se determina el nivel de tensión del sistema. Puede llevarse a cabo, al utilizar en la comparación solamente las posiciones que indican si es de 13,2 - 33 y 115 kV. Para el caso de la información disponible, se asigna en el sistema "MEDIDOR PQ" la siguiente nomenclatura 23100=13,2 - 30100=33 y 40100=115. Por tanto, el caracter "2-3-4" indica si es de 13,2 - 33 o 115 kV. Este proceso, se realiza para crear una variable con: (a) el nivel de tensión, (b) la subestación en la cual se encuentra el analizador de redes. Esta variable, permite realizar una valoración visual en el archivo que se va a generar y permitiría adicionalmente realizar comparaciones posteriores para otros estudios. Adicionalmente, en la variable "Mag_Loc" se adiciona el nivel de tensión, para realizar la comparación.

```

if strcmp(ListaSags.Monitor_Evento{i}(4:4),'4')==1
    Datos(i).Monitor(1:6)='11500-';
    Datos(i).Mag_Loc=115000;
else
    if strcmp(ListaSags.Monitor_Evento{i}(4:4),'3')==1
        Datos(i).Monitor(1:6)='33000-';
        Datos(i).Mag_Loc=33000;
    else
        if strcmp(ListaSags.Monitor_Evento{i}(4:4),'2')==1
            Datos(i).Monitor(1:6)='13200-';
            Datos(i).Mag_Loc=13200;
        end
    end
end
end
end

```

Ya que esta información se utiliza para realizar la comparación de la propagación, es necesario asignar un código a los elementos que serán comparados (subestaciones, analizadores de redes en distintas posiciones, etc.). En este punto, se ve la información asignada al código creado.

```

Datos(i).Monitor(7:9)=ListaSags.Monitor_Evento{i}(1:3);

Datos(i).Monitor(10:10)='-';
Datos(i).Monitor(11:11)=ListaSags.Canal_Evento{i}(13);

```

Ahora bien, se asigna el tipo de evento que registra el sistema "MEDIDOR PQ". Este tipo, se asigna según la duración del evento (instantáneo, momentáneo o temporal).

```

Datos(i).Tipo=ListaSags.Tipo_Evento{i};

```

Por último, se obtiene la localización relativa que asigna el sistema "MEDIDOR PQ" y se extrae la magnitud del registro, estos parámetros servirán también para realizar la comparación de los resultados.

```

Datos(i).Localizacion=ListaSags.Localizacion_Evento{i};

Datos(i).Mag_pu=ListaSags.Magnitud_Evento_pu(i);

end

```

Ahora bien, se realiza un proceso de ordenamiento, para arreglar según la fecha el orden en que se han presentado.

```

outfields = fieldnames(Datos);

outcell = struct2cell(Datos);

sz = size(outcell);

```


Ahora, siendo un arreglo de celdas puede utilizarse "sortrows" para arreglar los registros en orden descendiente.

```
outcell = reshape(outcell,sz(1),[]);

outcell = outcell';

outcell = sortrows(outcell,-1);

outcell = reshape(outcell',sz);

outsorted = cell2struct(outcell,outfields,1);
```

Se divide cada evento por separado, para realizar una localización en base únicamente al tiempo de detección (que nivel de tensión vio primero el sag) y la magnitud de caída (que nivel de tensión resulto con la tensión residual más baja). Para esto, se toma la cantidad de registros "N" y se agrupan según una duración no mayor a 0.5 segundos.

```
eventos=[1];

for i=1:N
    outsorted(i).Fechas=datevec(outsorted(i).Fechas);
    if i>=2
        diferencia=etime(outsorted(i-1).Fechas,outsorted(i).Fechas);
        if diferencia>0.5;
            eventos=[eventos(1:end),i];
        end
    end
end
```

"j" sera el valor asignado para ir cambiando cada vez que detecte que dos o más eventos registrados estén asociados. Tras identificarlos, se guardan en un struct "base_datos". "o" sera el valor asignado a la base de datos.

```
N_salida=length(eventos);

o=1;

for i=2:N_salida
    diferencia=eventos(i)-eventos(i-1);
    for j=1:diferencia
```

Se extrae para cada evento la información para realizar la localización, la cual es el segundo exacto en que se detecta el evento.

```
Fechas_asociado(o,1:6)=outsorted(eventos(i-1)+j-1).Fechas;
```

```

Fechas_asociado_segundo(o,1)=Fechas_asociado(o,6);

[a,b]=size(outsorted(eventos(i-1)+j-1).Monitor);

Monitor_asociado(o,1:b)=outsorted(eventos(i-1)+j-1).Monitor(1:end);

Magnitud_localizacion(o,1)=outsorted(eventos(i-1)+j-1).Mag_Loc(1:end);

Magnitud_pu(o,1)=outsorted(eventos(i-1)+j-1).Mag_pu;

[a,b]=size(outsorted(eventos(i-1)+j-1).Localizacion);

Localizacion_PQsofw(o,1:b)=outsorted(eventos(i-1)+j-1).Localizacion;

o=o+1;

if i==N_salida
    if j==diferencia
        Fechas_asociado(o,1:6)=outsorted(eventos(i-1)+j).Fechas;
        Fechas_asociado_segundo(o,1)=Fechas_asociado(o,6);
        [a,b]=size(outsorted(eventos(i-1)+j-1).Monitor);
        Monitor_asociado(o,1:b)=outsorted(eventos(i-1)+j).Monitor(1:end);
        Magnitud_localizacion(o,j)=outsorted(eventos(i-
1)+j).Mag_Loc(1:end);
        Magnitud_pu(o,1)=outsorted(eventos(i-1)+j).Mag_pu;
        [a,b]=size(outsorted(eventos(i-1)+j).Localizacion);
        Localizacion_PQsofw(o,1:b)=outsorted(eventos(i-
1)+j).Localizacion;
    end
end
end
out(i-1).Fechas=Fechas_asociado;
out(i-1).Monitor=Monitor_asociado;
out(i-1).Segundo=Fechas_asociado_segundo;
out(i-1).Magnitud_pu=Magnitud_pu;
out(i-1).Localizacion_PQsofw=Localizacion_PQsofw;
out(i-1).Mag_Loc=Magnitud_localizacion;
Fechas_asociado=[];
Fechas_asociado_segundo=[];
clear 'Magnitud_pu';
Magnitud_localizacion=[];
clear 'Monitor_asociado'
clear 'Localizacion_PQsofw';
o=1;

end

for i=1:N
    outsorted(i).Fechas=datestr(outsorted(i).Fechas);

```

```
end
```

En "out", se han agrupado los registros que están asociados a un solo evento. De esta forma, es posible realizar una comparación de la información obtenida por el MEDIDOR PQ.

```
N_out=length(out);
```

```
for i=1:N_out
```

Se cuentan la cantidad de registros en el evento que se está estudiando.

```
N_datos=length(out(1,i).Segundo);  
  
[a,b]=size(out(1,i).Fechas);  
  
clear('b')  
if a>1  
    [minimo,posicion_minimo]=min(out(1,i).Fechas);  
else  
    posicion_minimo=1;  
end
```

Posición del primer instante de tiempo que detecto el hundimiento en un conjunto de datos para un mismo evento.

```
posicion_minimo=max(posicion_minimo);
```

Magnitud mínima durante el evento de un conjunto de datos en p.u.

```
[MagSize1,MagSize2]=size(out(1,i).Magnitud_pu);  
  
for Op=1:MagSize1  
    Valor(Op)=str2double(out(1,i).Magnitud_pu(Op));  
end  
Magnitud_Minima=min(Valor);  
clear 'Valor'
```

En los registros del evento, se comparan los instantes de tiempo y las magnitudes registradas. Esto se realiza determinar para cada registro, si se ubica aguas arriba, aguas abajo o es el origen según el primer instante de tiempo. Adicionalmente, se determina si el punto de origen del "hundimiento" coincide con la tensión residual más baja del evento.

```
for j=1:N_datos  
    if out(1,i).Mag_Loc(j)==out(1,i).Mag_Loc(posicion_minimo)
```

```

        if
strcmp(out(1,i).Monitor(j,7:9),out(1,i).Monitor(posicion_minimo,7:9))==1
        out(1,i).Localizacion_UNAL(j,1:2)='Or';
        if str2double(out(1,i).Magnitud_pu(j))==Magnitud_Minima;
            out(1,i).UNAL_vs_PQsofw_Mag(j,1:8)='Coincide';
        else
            out(1,i).UNAL_vs_PQsofw_Mag(j,1:11)='No coincide';
        end
    else
        out(1,i).Localizacion_UNAL(j,1:7)='DifSubs';
    end
else
    if out(1,i).Mag_Loc(j)>out(1,i).Mag_Loc(posicion_minimo)
        out(1,i).Localizacion_UNAL(j,1:2)='Do';
        out(1,i).UNAL_vs_PQsofw_Mag(j,1:1)=' ';
    else
        if out(1,i).Mag_Loc(j)<out(1,i).Mag_Loc(posicion_minimo)
            out(1,i).Localizacion_UNAL(j,1:2)='Up';
            out(1,i).UNAL_vs_PQsofw_Mag(j,1:1)=' ';
        end
    end
end
end
if
strcmp(out(1,i).Localizacion_UNAL(j,1),out(1,i).Localizacion_PQsofw(j,1))==1
    out(1,i).UNAL_vs_PQsofw(j,1:8)='Coincide';
else
    out(1,i).UNAL_vs_PQsofw(j,1:11)='No coincide';
end
end
end
end

```

III. Función generar XLS

Función para generar un archivo Excel, con los resultados de la localización relativa.

```
function out=Generar_XLS(Nombre,datos)
```

N_eventos es la cantidad de eventos que se han agrupado por su corta diferencia de tiempo. Lo anterior, en el código "ordenamiento".

```
N_datos=length(datos);
```

```
[Variable_cero,N_eventos]=size(datos);
```

```
clear('Variable_cero')
```

Se determina el encabezado en las columnas del archivo Excel.

```
a{1,1}='Evento';
a{1,2}='Fechas';
a{1,3}='Segundo';
a{1,4}='Monitor';
a{1,5}='Magnitud pu';
a{1,6}='Localizacion UNAL';
a{1,7}='Localizacion MEDIDOR PQ';
a{1,8}='Coincidencia tiempo de';
a{2,8}='ocurrencia y la Loc MEDIDOR PQ';
a{1,9}='Coincidencia de la magnitud';
a{2,9}='residual con la Loc UNAL';
```

Se carga la información del "ordenamiento" en una variable tipo "cell", para ser digitalizada en un archivo Excel mediante la función "xlswrite".

```
posicion=2;

for i=1:N_eventos
    [N_evento_ind,Variable_cero]=size(datos(i).Fechas);
    clear('Variable_cero')
    for k=1:N_evento_ind
        if k==1
            a{posicion+k,1}=i;
        else
            a{posicion+k,1}=0;
        end

        a{posicion+k,2}=datestr(datos(i).Fechas(k,1:6));
        a{posicion+k,3}=datos(i).Segundo(k,1);
        a{posicion+k,4}=datos(i).Monitor(k,1:end);
        a{posicion+k,5}=cell2mat(datos(i).Magnitud_pu(k,1));
        a{posicion+k,6}=datos(i).Localizacion_UNAL(k,1:end);
        a{posicion+k,7}=datos(i).Localizacion_PQview(k,1:end);
        a{posicion+k,8}=datos(i).UNAL_vs_PQview(k,1:end);
        a{posicion+k,9}=datos(i).UNAL_vs_PQview_Mag(k,1:end);

        if k==N_evento_ind
            posicion=posicion+k;
        end
    end
end
out=a;
```

Se adiciona una hoja con los resultados de "ordenamiento" y cuyo nombre es el del punto de medida de los datos.

```
warning off MATLAB:xlswrite:AddSheet
xlswrite('Estudio-Sags', a, Nombre);
```

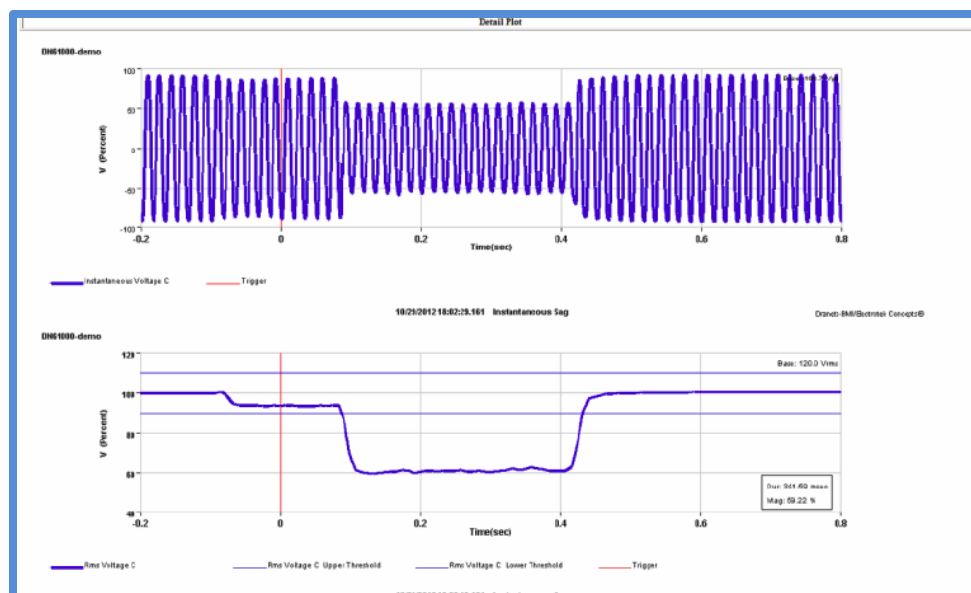
Anexo E: Modulo localización relativa hundimientos de tensión Medidor PQ.

Módulos de respuesta inteligente

Los módulos de respuesta son algoritmos propietarios que convierten los datos de eventos de calidad de energía en bruto en respuestas precisas para determinar el origen y la causa de los disturbios. Los módulos de respuesta caracterizan datos registrados por instrumentos de calidad de energía. Estas herramientas de software permiten a los usuarios ahorrar tiempo y mejorar la precisión a la hora de solucionar problemas de calidad de energía.

Rápidamente detectar, identificar y localizar hundimientos de tensión

El módulo de direccionalidad cuenta con la capacidad de identificar y localizar automáticamente hundimientos de tensión.



El módulo de direccionalidad de hundimiento de tensión compara las magnitudes RMS calculados a partir de las formas de onda de tensión y corriente, sigue los cambios de ángulo de fase de secuencia positiva de pre-disturbio a post-disturbio. Basándose en estos datos y junto con algoritmos patentados y técnicas desarrolladas por el fabricante de los equipos, las características y la dirección relativa del hundimiento de tensión se determinan. Los resultados del análisis se almacenan junto con los datos de eventos en la base de datos de hundimientos de tensión.

El módulo de direccionalidad de hundimiento de tensión analiza eventos de tensión RMS registrados por el instrumento medidor PQ, proporciona información acerca de la severidad, identifica sus características, y determina la fuente de origen aguas arriba o aguas abajo del punto de monitoreo (*Upstream/Downstream*).

Con esta información, cualquier usuario puede determinar fácilmente la fuente del hundimiento de tensión y rápidamente determinar las acciones correctivas o pasos a seguir.

Event Time	Monitor	Event Type	Channel	Characteristics
01/01/2014 09:49:14.686	PSQ30100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,228. V (0.84pu), Dur = 83.17 ms (4.99 cyc.), Category = 2
01/01/2014 09:49:14.686	MAN30100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,093. V (0.86pu), Dur = 83.18 ms (4.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
01/01/2014 09:49:14.686	MAN23100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,913.6 V (0.88pu), Dur = 74.80 ms (4.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
01/01/2014 09:49:14.686	PSQ23100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,564.0 V (0.85pu), Dur = 83.27 ms (5.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 23:48:00.021	PSQ30100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 18,271. V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2
31/12/2013 23:48:00.021	MAN30100	Instantaneous Sag	Rms Voltage B	Mag = 17,371. V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
31/12/2013 00:21:59.525	MAN23100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,974.0 V (0.90pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.500	PSQ23100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 6,855.4 V (0.90pu), Dur = 49.91 ms (2.99 cyc.), Category = 2
31/12/2013 00:21:59.492	MAN30100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 17,424. V (0.89pu), Dur = 58.21 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.492	PSQ30100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 18,288. V (0.89pu), Dur = 58.21 ms (3.49 cyc.), Category = 2
31/12/2013 00:21:59.484	MAN40100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 60,906. V (0.89pu), Dur = 66.51 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
31/12/2013 00:21:59.484	PSQ40100	Instantaneous Sag	Rms Voltage C	Mag = 61,302. V (0.89pu), Dur = 66.51 ms (3.99 cyc.), Category = 2

Mag = 17,228. V (0.84pu), Dur = 83.17 ms (4.99 cyc.), Category = 2	V (0.90pu), Dur = 16.63 ms (1.00 cyc.), Category = 2
Mag = 17,093. V (0.86pu), Dur = 83.18 ms (4.99 cyc.), Category = 2, Downstream Sag	V (0.90pu), Dur = 33.26 ms (2.00 cyc.), Category = 2
Mag = 6,913.6 V (0.88pu), Dur = 74.80 ms (4.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag	pu), Dur = 58.18 ms (3.49 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
Mag = 6,564.0 V (0.85pu), Dur = 83.27 ms (5.00 cyc.), Category = 2, Upstream Sag	V (0.89pu), Dur = 58.18 ms (3.49 cyc.), Category = 2
Mag = 18,271. V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2	pu), Dur = 66.49 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
Mag = 17,371. V (0.90pu), Dur = 8.35 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag	pu), Dur = 66.49 ms (3.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
Mag = 6,974.0 V (0.90pu), Dur = 8.32 ms (0.50 cyc.), Category = 2, Upstream Sag	pu), Dur = 148.87 ms (8.99 cyc.), Category = 2, Upstream Sag
	pu), Dur = 58.42 ms (3.50 cyc.), Category = 2, Downstream Sag
	V (0.88pu), Dur = 425.42 ms (25.53 cyc.), Category = 2
	9 V (0.90pu), Dur = 8.36 ms (0.50 cyc.), Category = 2
	V (0.90pu), Dur = 25.03 ms (1.50 cyc.), Category = 2

Anexo F: Tabla de resultados

Evento	Fecha	Segundo	Monitor	Magnitud pu	Localizacion UNAL	Localizacion MEDIDOR PQ	Coincidencia tiempo de ocurrencia - Loc MEDIDOR PQ	Coincidencia de la magnitud residual con la Loc UNAL
1	31-Dec-2013 13:40:52	52,27400208	13200- SUB1-A	0.88	Or	Up		
2	31-Dec-2013 06:00:46	46,86799622	33000- SUB1-A	0.88	Do	Do	Coincide	
	31-Dec-2013 06:00:46	46,86399841	13200- SUB1-C	0.85	Or	Up	No coincide	Coincide
3	31-Dec-2013 00:21:59	59,48100281	33000- SUB1-C	0.88	Up	Up	Coincide	
	31-Dec-2013 00:21:59	59,48000336	11500- SUB1-C	0.88	Or	Up	Coincide	Coincide
4	31-Dec-2013 00:03:02	2,782997131	33000- SUB1-C	0.88	Up	Up	Coincide	
	31-Dec-2013 00:03:02	2,781997681	11500- SUB1-C	0.87	Or	Up	Coincide	Coincide
5	25-Dec-2013 22:39:29	29,77500153	13200- SUB1-A	0.85	Or	Do		
6	25-Dec-2013 18:52:12	12,38700104	33000- SUB1-C	0.89	Do	Do	Coincide	
	25-Dec-2013 18:52:12	12,38700104	33000- SUB1-A	0.86	Do	Do	Coincide	
	25-Dec-2013 18:52:12	12,3789978	13200- SUB1-C	0.83	Or	NL		Coincide
7	25-Dec-2013 18:52:10	10,57900238	13200- SUB1-C	0.82	Or	Up	No coincide	No coincide
	25-Dec-2013 18:52:10	10,57900238	13200- SUB1-A	0.83	Or	Up	No coincide	No coincide
	25-Dec-2013 18:52:10	10,57900238	33000- SUB1-C	0.89	Do	Do	Coincide	
	25-Dec-2013 18:52:10	10,57900238	33000- SUB1-A	0.77	Do	Do	Coincide	
8	24-Dec-2013 13:36:01	1,710998535	33000- SUB1-B	0.88	Do	Do	Coincide	

	24-Dec-2013 13:36:01	1,70400238	13200- SUB1-A	0.85	Or	Up	No coincide	Coincide
9	23-Dec-2013 12:07:04	4,593002319	13200- SUB1-C	0.84	Up	Up	Coincide	
	23-Dec-2013 12:07:04	4,582000732	33000- SUB1-C	0.9	Or	Do	No coincide	No coincide
	23-Dec-2013 12:07:04	4,582000732	33000- SUB1-A	0.87	Or	Do	No coincide	No coincide
10	23-Dec-2013 12:00:12	12,53299713	33000- SUB1-C	0.9	Do	Do	Coincide	
	23-Dec-2013 12:00:12	12,53299713	33000- SUB1-A	0.87	Do	Do	Coincide	
	23-Dec-2013 12:00:12	12,52400208	13200- SUB1-C	0.84	Or	Up	No coincide	Coincide
11	23-Dec-2013 11:55:42	42,01200104	13200- SUB1-C	0.84	Up	Up	Coincide	
	23-Dec-2013 11:55:42	42,00499725	33000- SUB1-A	0.87	Or	Do	No coincide	No coincide
12	23-Dec-2013 11:44:35	35,65899658	33000- SUB1-C	0.8	Do	Do	Coincide	
	23-Dec-2013 11:44:35	35,65499878	13200- SUB1-C	0.82	Or	Up	No coincide	No coincide
	23-Dec-2013 11:44:35	35,65499878	13200- SUB1-B	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
13	23-Dec-2013 11:33:29	29,21499634	13200- SUB1-B	0.68	Up	Do	No coincide	
	23-Dec-2013 11:33:29	29,21499634	13200- SUB1-A	0.88	Up	Do	No coincide	
	23-Dec-2013 11:33:29	29,21099854	33000- SUB1-B	0.9	Or	NL		No coincide
14	23-Dec-2013 11:12:57	57,26699829	13200- SUB1-C	0.84	Up	Up	Coincide	
	23-Dec-2013 11:12:57	57,26599884	33000- SUB1-A	0.88	Or	Do	No coincide	No coincide
15	22-Dec-2013 21:06:30	30,32700348	33000- SUB1-C	0.75	Do	Do	Coincide	
	22-Dec-2013 21:06:30	30,32700348	33000- SUB1-B	0.76	Do	Do	Coincide	
	22-Dec-2013 21:06:30	30,32700348	33000- SUB1-A	0.75	Do	Do	Coincide	
	22-Dec-2013 21:06:30	30,31900024	13200- SUB1-C	0.74	Or	Up	No coincide	Coincide
	22-Dec-2013 21:06:30	30,31900024	13200- SUB1-B	0.76	Or	Up	No coincide	Coincide
	22-Dec-2013 21:06:30	30,31900024	13200- SUB1-A	0.75	Or	Up	No coincide	Coincide
16	22-Dec-2013 20:52:03	3,593002319	33000- SUB1-C	0.8	Up	Up	Coincide	
	22-Dec-2013 20:52:03	3,593002319	33000- SUB1-A	0.8	Up	Up	Coincide	

	22-Dec-2013 20:52:03	3,589996338	13200- SUB1-C	0.74	Up	Up	Coincide	
	22-Dec-2013 20:52:03	3,589996338	13200- SUB1-B	0.9	Up	Up	Coincide	
	22-Dec-2013 20:52:03	3,589996338	13200- SUB1-A	0.89	Up	Up	Coincide	
	22-Dec-2013 20:52:03	3,588996887	11500- SUB1-C	0.79	Or	Up	Coincide	No coincide
	22-Dec-2013 20:52:03	3,588996887	11500- SUB1-A	0.79	Or	Up	Coincide	Coincide
17	22-Dec-2013 10:25:42	42,1190033	13200- SUB1-C	0.89	Or	NL		
18	20-Dec-2013 23:16:37	37,28199768	13200- SUB1-A	0.87	Or	Do		
19	20-Dec-2013 06:08:57	57,69999695	33000- SUB1-C	0.88	Do	NL		
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69999695	33000- SUB1-B	0.89	Do	NL		
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69999695	33000- SUB1-A	0.86	Do	NL		
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69799805	13200- SUB1-C	0.86	Or	NL		Coincide
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69799805	13200- SUB1-B	0.88	Or	NL		Coincide
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69799805	13200- SUB1-A	0.88	Or	NL		Coincide
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69799805	11500- SUB1-C	0.87	Do	NL		
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69799805	11500- SUB1-B	0.88	Do	NL		
	20-Dec-2013 06:08:57	57,69799805	11500- SUB1-A	0.86	Do	NL		
20	20-Dec-2013 04:14:58	58,49700165	13200- SUB1-C	0.86	Up	NL		
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49700165	13200- SUB1-B	0.88	Up	NL		
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49700165	13200- SUB1-A	0.87	Up	NL		
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49500275	33000- SUB1-C	0.87	Up	NL		
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49500275	33000- SUB1-B	0.89	Up	NL		
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49500275	33000- SUB1-A	0.87	Up	NL		
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49299622	11500- SUB1-C	0.87	Or	NL		Coincide
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49299622	11500- SUB1-B	0.88	Or	NL		Coincide
	20-Dec-2013 04:14:58	58,49299622	11500- SUB1-A	0.87	Or	NL		Coincide

21	18-Dec-2013 08:22:07	7,950996399	11500- SUB1-C	0.86	Do	Up	No coincide	
	18-Dec-2013 08:22:07	7,950996399	11500- SUB1-A	0.87	Do	Up	No coincide	
	18-Dec-2013 08:22:07	7,947998047	33000- SUB1-C	0.86	Do	Up	No coincide	
	18-Dec-2013 08:22:07	7,947998047	33000- SUB1-A	0.87	Do	Up	No coincide	
	18-Dec-2013 08:22:07	7,940002441	13200- SUB1-C	0.83	Or	Up	No coincide	Coincide
22	17-Dec-2013 18:24:24	24,17299652	33000- SUB1-C	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:24	24,17299652	33000- SUB1-B	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:24	24,17299652	33000- SUB1-A	0.86	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:24	24,16500092	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:24	24,16500092	11500- SUB1-B	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:24	24,16500092	11500- SUB1-A	0.86	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:24	24,10500336	13200- SUB1-C	0.86	Or	Up	No coincide	Coincide
	17-Dec-2013 18:24:24	24,10500336	13200- SUB1-B	0.88	Or	Up	No coincide	Coincide
	17-Dec-2013 18:24:24	24,10500336	13200- SUB1-A	0.87	Or	Up	No coincide	Coincide
23	17-Dec-2013 18:24:23	23,46399689	33000- SUB1-C	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:23	23,46399689	33000- SUB1-B	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:23	23,46399689	33000- SUB1-A	0.86	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:23	23,46399689	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:23	23,46399689	11500- SUB1-B	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:23	23,46399689	11500- SUB1-A	0.85	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:24:23	23,4469986	13200- SUB1-C	0.86	Or	Up	No coincide	Coincide
	17-Dec-2013 18:24:23	23,4469986	13200- SUB1-B	0.88	Or	Up	No coincide	Coincide
	17-Dec-2013 18:24:23	23,4469986	13200- SUB1-A	0.86	Or	Up	No coincide	Coincide
24	17-Dec-2013 18:20:08	8,031997681	11500- SUB1-C	0.84	Or	Up		
	17-Dec-2013 18:20:08	8,031997681	11500- SUB1-B	0.62	Or	Up		

	17-Dec-2013 18:20:08	8,031997681	11500- SUB1-A	0.59	Or	Up		
25	17-Dec-2013 18:20:07	7,03099823	13200- SUB1-C	0.76	Up	Up	Coincide	
	17-Dec-2013 18:20:07	7,03099823	13200- SUB1-B	0.78	Up	Up	Coincide	
	17-Dec-2013 18:20:07	7,03099823	13200- SUB1-A	0.52	Up	Up	Coincide	
	17-Dec-2013 18:20:07	7,027000427	33000- SUB1-C	0.84	Or	Up	Coincide	No coincide
	17-Dec-2013 18:20:07	7,027000427	33000- SUB1-B	0.63	Or	Up	Coincide	Coincide
	17-Dec-2013 18:20:07	7,027000427	33000- SUB1-A	0.6	Or	Up	Coincide	No coincide
26	17-Dec-2013 18:10:43	43,1760025	33000- SUB1-A	0.9	Do	NL		
	17-Dec-2013 18:10:43	43,17199707	11500- SUB1-A	0.9	Do	NL		
	17-Dec-2013 18:10:42	42,81400299	13200- SUB1-A	0.89	Or	NL		Coincide
27	17-Dec-2013 18:10:40	40,49700165	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49700165	11500- SUB1-B	0.87	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49700165	11500- SUB1-A	0.89	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49199677	13200- SUB1-C	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49199677	13200- SUB1-B	0.86	Or	Up	No coincide	Coincide
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49199677	13200- SUB1-A	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49199677	33000- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49199677	33000- SUB1-B	0.87	Do	Up	No coincide	
	17-Dec-2013 18:10:40	40,49199677	33000- SUB1-A	0.89	Do	Up	No coincide	
28	16-Dec-2013 14:10:33	33,77300262	13200- SUB1-B	0.88	Or	Do		
29	16-Dec-2013 11:52:36	36,59300232	11500- SUB1-A	0.9	Or	Up		
30	16-Dec-2013 11:41:31	31,45300293	13200- SUB1-C	0.89	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:41:31	31,45300293	13200- SUB1-B	0.89	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:41:31	31,43199921	33000- SUB1-C	0.86	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:41:31	31,42099762	11500- SUB1-C	0.85	Or	Up	Coincide	Coincide

31	16-Dec-2013 11:27:56	56,74900055	13200- SUB1-C	0.89	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:27:56	56,74900055	13200- SUB1-B	0.89	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:27:56	56,73899841	33000- SUB1-C	0.86	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:27:56	56,71199799	11500- SUB1-C	0.85	Or	Up	Coincide	Coincide
32	16-Dec-2013 11:27:34	34,66600037	33000- SUB1-A	0.89	Up	Up	Coincide	
	16-Dec-2013 11:27:34	34,64800262	11500- SUB1-A	0.89	Or	Up	Coincide	Coincide
33	16-Dec-2013 11:27:33	33,84899902	33000- SUB1-A	0.89	Up	NL		
	16-Dec-2013 11:27:33	33,83100128	11500- SUB1-A	0.89	Or	NL		Coincide
34	16-Dec-2013 05:29:09	9,600997925	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	16-Dec-2013 05:29:09	9,598999023	33000- SUB1-C	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
35	16-Dec-2013 01:47:56	56,16100311	33000- SUB1-C	0.51	Do	Do	Coincide	
	16-Dec-2013 01:47:56	56,16100311	33000- SUB1-A	0.45	Do	Do	Coincide	
	16-Dec-2013 01:47:56	56,15699768	11500- SUB1-C	0.72	Do	Do	Coincide	
	16-Dec-2013 01:47:56	56,15699768	11500- SUB1-A	0.8	Do	Do	Coincide	
	16-Dec-2013 01:47:56	56,14700317	13200- SUB1-C	0.19	Or	Do	Coincide	Coincide
	16-Dec-2013 01:47:56	56,14700317	13200- SUB1-B	0.81	Or	Do	Coincide	
	16-Dec-2013 01:47:56	56,14700317	13200- SUB1-A	0.77	Or	Do	Coincide	No coincide
36	12-Dec-2013 17:47:04	4,662002563	13200- SUB1-C	0.78	Up	Up	Coincide	
	12-Dec-2013 17:47:04	4,662002563	13200- SUB1-B	0.89	Up	Up	Coincide	
	12-Dec-2013 17:47:04	4,662002563	13200- SUB1-A	0.76	Up	Up	Coincide	
	12-Dec-2013 17:47:04	4,662002563	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	12-Dec-2013 17:47:04	4,662002563	11500- SUB1-B	0.85	Do	Up	No coincide	
	12-Dec-2013 17:47:04	4,662002563	11500- SUB1-A	0.71	Do	Up	No coincide	
	12-Dec-2013 17:47:04	4,65599823	33000- SUB1-C	0.87	Or	Up	No coincide	No coincide
	12-Dec-2013 17:47:04	4,65599823	33000- SUB1-B	0.86	Or	Up	No coincide	No coincide

	12-Dec-2013 17:47:04	4,65599823	33000- SUB1-A	0.71	Or	Up	No coincide	Coincide
37	11-Dec-2013 16:24:12	12,15000153	13200- SUB1-B	0.89	Or	NL		
38	08-Dec-2013 14:47:00	0,089996338	13200- SUB1-C	0.78	Or	Do		
	08-Dec-2013 14:46:59	59,69000244	13200- SUB1-C	0.83	Or	Do		
39	08-Dec-2013 10:50:36	36,99199677	13200- SUB1-C	0.88	Or	NL		
40	08-Dec-2013 06:12:24	24,83100128	13200- SUB1-C	0.87	Up	Up	Coincide	
	08-Dec-2013 06:12:24	24,83100128	13200- SUB1-B	0.88	Up	Up	Coincide	
	08-Dec-2013 06:12:24	24,83100128	13200- SUB1-A	0.88	Up	Up	Coincide	
	08-Dec-2013 06:12:24	24,82800293	11500- SUB1-C	0.87	Do	NL		
	08-Dec-2013 06:12:24	24,82800293	11500- SUB1-B	0.88	Do	NL		
	08-Dec-2013 06:12:24	24,82800293	11500- SUB1-A	0.87	Do	NL		
	08-Dec-2013 06:12:24	24,81999969	33000- SUB1-C	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
	08-Dec-2013 06:12:24	24,81999969	33000- SUB1-B	0.89	Or	Up	No coincide	No coincide
	08-Dec-2013 06:12:24	24,81999969	33000- SUB1-A	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
41	07-Dec-2013 12:04:23	23,67299652	13200- SUB1-B	0.85	Or	Do		
42	06-Dec-2013 22:43:53	53,7559967	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	06-Dec-2013 22:43:53	53,7559967	11500- SUB1-B	0.86	Do	Up	No coincide	
	06-Dec-2013 22:43:53	53,75299835	13200- SUB1-B	0.84	Up	Up	Coincide	
	06-Dec-2013 22:43:53	53,7460022	33000- SUB1-C	0.87	Or	Up	No coincide	No coincide
	06-Dec-2013 22:43:53	53,7460022	33000- SUB1-B	0.87	Or	Up	No coincide	No coincide
43	06-Dec-2013 01:42:10	10,58000183	13200- SUB1-B	0.89	Or	Up		
44	06-Dec-2013 01:41:58	58,51300049	13200- SUB1-B	0.9	Or	NL		
45	06-Dec-2013 00:52:57	57,73100281	13200- SUB1-C	0.59	Up	Up	Coincide	
	06-Dec-2013 00:52:57	57,73100281	13200- SUB1-B	0.58	Up	Up	Coincide	
	06-Dec-2013 00:52:57	57,73100281	13200- SUB1-A	0.59	Up	Up	Coincide	

	06-Dec-2013 00:52:57	57,73100281	11500- SUB1-C	0.84	Do	Do	Coincide	
	06-Dec-2013 00:52:57	57,73100281	11500- SUB1-B	0.85	Do	Do	Coincide	
	06-Dec-2013 00:52:57	57,73100281	11500- SUB1-A	0.84	Do	Do	Coincide	
	06-Dec-2013 00:52:57	57,72399902	33000- SUB1-C	0.59	Or	Do	No coincide	Coincide
	06-Dec-2013 00:52:57	57,72399902	33000- SUB1-B	0.59	Or	Do	No coincide	Coincide
	06-Dec-2013 00:52:57	57,72399902	33000- SUB1-A	0.59	Or	Do	No coincide	Coincide
46	05-Dec-2013 19:10:37	37,40299988	11500- SUB1-C	0.86	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 19:10:37	37,40299988	11500- SUB1-B	0.87	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 19:10:37	37,40299988	11500- SUB1-A	0.86	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 19:10:37	37,38999939	13200- SUB1-C	0.64	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:10:37	37,38999939	13200- SUB1-B	0.65	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:10:37	37,38999939	13200- SUB1-A	0.65	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:10:37	37,38400269	33000- SUB1-C	0.64	Or	NL		Coincide
	05-Dec-2013 19:10:37	37,38400269	33000- SUB1-B	0.65	Or	NL		No coincide
	05-Dec-2013 19:10:37	37,38400269	33000- SUB1-A	0.64	Or	NL		Coincide
47	05-Dec-2013 19:09:34	34,33499908	13200- SUB1-C	0.76	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:09:34	34,33499908	13200- SUB1-B	0.77	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:09:34	34,33499908	13200- SUB1-A	0.77	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:09:34	34,33399963	33000- SUB1-C	0.77	Or	Do	No coincide	No coincide
	05-Dec-2013 19:09:34	34,33399963	33000- SUB1-B	0.77	Or	Do	No coincide	No coincide
	05-Dec-2013 19:09:34	34,33399963	33000- SUB1-A	0.76	Or	Do	No coincide	Coincide
48	05-Dec-2013 19:03:26	26,64900208	13200- SUB1-C	0.82	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:03:26	26,64900208	13200- SUB1-B	0.83	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 19:03:26	26,63999939	33000- SUB1-C	0.77	Or	Do	No coincide	Coincide
49	05-Dec-2013 19:01:09	9,303001404	13200- SUB1-A	0.86	Or	Do		

50	05-Dec-2013 19:00:09	9,214996338	13200- SUB1-A	0.77	Or	Do		
51	05-Dec-2013 18:47:14	14,22499847	13200- SUB1-B	0.86	Or	Do		
	05-Dec-2013 18:47:13	13,88400269	13200- SUB1-C	0.84	Or	Do		
	05-Dec-2013 18:47:13	13,88400269	13200- SUB1-A	0.78	Or	Do		
	05-Dec-2013 18:29:22	22,04399872	13200- SUB1-A	0.67	Or	NL		
52	05-Dec-2013 18:29:21	21,77899933	33000- SUB1-C	0.87	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 18:29:21	21,77899933	33000- SUB1-B	0.86	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 18:29:21	21,77899933	33000- SUB1-A	0.87	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 18:29:21	21,76899719	13200- SUB1-C	0.62	Or	Do	Coincide	No coincide
	05-Dec-2013 18:29:21	21,76899719	13200- SUB1-B	0.58	Or	Do	Coincide	Coincide
	05-Dec-2013 18:29:21	21,76899719	13200- SUB1-A	0.67	Or	Do	Coincide	No coincide
53	05-Dec-2013 18:22:58	58,54399872	13200- SUB1-B	0.84	Or	Do		
54	05-Dec-2013 18:16:53	53,40200043	13200- SUB1-C	0.82	Or	Do		
55	05-Dec-2013 17:35:45	45,6190033	11500- SUB1-C	0.9	Do	Up	No coincide	
	05-Dec-2013 17:35:45	45,6190033	11500- SUB1-B	0.89	Do	Up	No coincide	
	05-Dec-2013 17:35:45	45,61299896	13200- SUB1-B	0.88	Or	Up	No coincide	Coincide
56	05-Dec-2013 14:32:27	27,66999817	33000- SUB1-B	0.75	Do	Do	Coincide	
	05-Dec-2013 14:32:27	27,66100311	13200- SUB1-B	0.81	Or	Up	No coincide	No coincide
	05-Dec-2013 14:32:27	27,66100311	13200- SUB1-A	0.82	Or	Up	No coincide	No coincide
57	05-Dec-2013 14:19:27	27,20300293	33000- SUB1-C	0.89	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 14:19:27	27,20300293	33000- SUB1-B	0.9	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 14:19:27	27,20300293	33000- SUB1-A	0.88	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 14:19:27	27,2009964	13200- SUB1-C	0.88	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 14:19:27	27,2009964	13200- SUB1-B	0.9	Up	Up	Coincide	
	05-Dec-2013 14:19:27	27,2009964	13200- SUB1-A	0.89	Up	Up	Coincide	

	05-Dec-2013 14:19:27	27,19300079	11500- SUB1-C	0.89	Or	Up	Coincide	No coincide
	05-Dec-2013 14:19:27	27,19300079	11500- SUB1-B	0.89	Or	Up	Coincide	No coincide
	05-Dec-2013 14:19:27	27,19300079	11500- SUB1-A	0.88	Or	Up	Coincide	Coincide
58	05-Dec-2013 14:13:31	31,66899872	13200- SUB1-B	0.78	Or	Do		
59	02-Dec-2013 13:43:12	12,87799835	13200- SUB1-B	0.84	Or	Do		
60	02-Dec-2013 11:06:25	25,35199738	13200- SUB1-C	0.88	Or	NL		
61	01-Dec-2013 04:25:08	8,959999084	33000- SUB1-A	0.88	Or	NL		
62	01-Dec-2013 04:25:07	7,959999084	13200- SUB1-C	0.78	Or	Do		
	01-Dec-2013 04:25:07	7,959999084	13200- SUB1-A	0.66	Or	Do		
63	30-Nov-2013 17:28:54	54,12799835	13200- SUB1-B	0.87	Or	Do		
64	30-Nov-2013 08:04:14	14,2440033	13200- SUB1-B	0.89	Or	Do		
65	30-Nov-2013 02:24:13	13,17199707	11500- SUB1-C	0.9	Or	Up		
66	30-Nov-2013 02:02:12	12,87200165	13200- SUB1-A	0.87	Up	NL		
	30-Nov-2013 02:02:12	12,86699677	33000- SUB1-A	0.87	Or	NL		Coincide
67	29-Nov-2013 08:57:43	43,45899963	33000- SUB1-C	0.88	Do	Up	No coincide	
	29-Nov-2013 08:57:43	43,45899963	33000- SUB1-B	0.87	Do	Up	No coincide	
	29-Nov-2013 08:57:43	43,45899963	33000- SUB1-A	0.88	Do	Up	No coincide	
	29-Nov-2013 08:57:43	43,43599701	11500- SUB1-C	0.87	Do	Up	No coincide	
	29-Nov-2013 08:57:43	43,43599701	11500- SUB1-B	0.87	Do	Up	No coincide	
	29-Nov-2013 08:57:43	43,43599701	11500- SUB1-A	0.88	Do	Up	No coincide	
	29-Nov-2013 08:57:43	43,40499878	13200- SUB1-C	0.89	Or	Up	No coincide	No coincide
	29-Nov-2013 08:57:43	43,40499878	13200- SUB1-B	0.87	Or	Up	No coincide	Coincide
	29-Nov-2013 08:57:43	43,40499878	13200- SUB1-A	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide
68	28-Nov-2013 12:18:27	27,58399963	33000- SUB1-A	0.83	Do	Do	Coincide	
	28-Nov-2013 12:18:27	27,57499695	13200- SUB1-C	0.88	Or	Up	No coincide	No coincide

	28-Nov-2013 12:18:27	27,57499695	13200- SUB1-A	0.87	Or	Up	No coincide	No coincide
69	28-Nov-2013 11:15:57	57,07299805	33000- SUB1-B	0.76	Up	Up	Coincide	
	28-Nov-2013 11:15:57	57,07299805	33000- SUB1-A	0.77	Up	Up	Coincide	
	28-Nov-2013 11:15:57	57,06099701	13200- SUB1-C	0.9	Up	Up	Coincide	
	28-Nov-2013 11:15:57	57,06099701	13200- SUB1-B	0.88	Up	Up	Coincide	
	28-Nov-2013 11:15:57	57,06099701	13200- SUB1-A	0.69	Up	Up	Coincide	
	28-Nov-2013 11:15:57	57,0530014	11500- SUB1-B	0.74	Or	Up	Coincide	Coincide
	28-Nov-2013 11:15:57	57,0530014	11500- SUB1-A	0.76	Or	Up	Coincide	No coincide
70	27-Nov-2013 23:51:27	27,40499878	13200- SUB1-B	0.69	Up	Up	Coincide	
	27-Nov-2013 23:51:27	27,40200043	33000- SUB1-C	0.77	Up	Up	Coincide	
	27-Nov-2013 23:51:27	27,40200043	33000- SUB1-B	0.78	Up	Up	Coincide	
	27-Nov-2013 23:51:27	27,39600372	11500- SUB1-C	0.77	Or	Up	Coincide	No coincide
	27-Nov-2013 23:51:27	27,39600372	11500- SUB1-B	0.77	Or	Up	Coincide	No coincide
71	27-Nov-2013 23:50:21	21,31600189	13200- SUB1-A	0.69	Or	Do		
72	27-Nov-2013 23:36:07	7,45300293	11500- SUB1-C	0.77	Do	Up	No coincide	
	27-Nov-2013 23:36:07	7,45300293	11500- SUB1-B	0.76	Do	Up	No coincide	
	27-Nov-2013 23:36:07	7,448997498	13200- SUB1-B	0.69	Up	Up	Coincide	
	27-Nov-2013 23:36:07	7,447998047	33000- SUB1-C	0.77	Or	Up	No coincide	No coincide
	27-Nov-2013 23:36:07	7,447998047	33000- SUB1-B	0.77	Or	Up	No coincide	No coincide
73	27-Nov-2013 23:35:54	54,18499756	13200- SUB1-B	0.69	Up	Up	Coincide	
	27-Nov-2013 23:35:54	54,18099976	11500- SUB1-C	0.77	Do	Up	No coincide	
	27-Nov-2013 23:35:54	54,18099976	11500- SUB1-B	0.77	Do	Up	No coincide	
	27-Nov-2013 23:35:54	54,17500305	33000- SUB1-C	0.77	Or	Up	No coincide	No coincide
	27-Nov-2013 23:35:54	54,17500305	33000- SUB1-B	0.78	Or	Up	No coincide	No coincide
74	27-Nov-2013 20:51:24	24,43199921	13200- SUB1-C	0.9	Up	Up	Coincide	

	27-Nov-2013 20:51:24	24,39199829	11500- SUB1-C	0.86	Do	Up	No coincide	
	27-Nov-2013 20:51:24	24,38999939	33000- SUB1-C	0.87	Or	Up	No coincide	No coincide
75	26-Nov-2013 16:01:39	39,54699707	33000- SUB1-C	0.9	Up	NL		
	26-Nov-2013 16:01:39	39,52700043	11500- SUB1-C	0.89	Or	Up	Coincide	Coincide
76	25-Nov-2013 17:31:23	23,61299896	13200- SUB1-C	0.82	Up	Up	Coincide	
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61299896	13200- SUB1-B	0.83	Up	Up	Coincide	
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61299896	13200- SUB1-A	0.83	Up	Up	Coincide	
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61199951	33000- SUB1-C	0.83	Or	Up	No coincide	No coincide
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61199951	33000- SUB1-B	0.84	Or	Up	No coincide	No coincide
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61199951	33000- SUB1-A	0.82	Or	Up	No coincide	Coincide
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61199951	11500- SUB1-C	0.82	Do	Up	No coincide	
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61199951	11500- SUB1-B	0.83	Do	Up	No coincide	
	25-Nov-2013 17:31:23	23,61199951	11500- SUB1-A	0.82	Do	Up	No coincide	
77	25-Nov-2013 06:13:24	24,22000122	13200- SUB1-C	0.9	Or	NL		
78	24-Nov-2013 06:26:20	20,81400299	33000- SUB1-C	0.89	Do	NL		
	24-Nov-2013 06:26:20	20,81400299	33000- SUB1-A	0.9	Do	NL		
	24-Nov-2013 06:26:20	20,81400299	11500- SUB1-C	0.89	Do	NL		
	24-Nov-2013 06:26:20	20,81400299	11500- SUB1-A	0.89	Do	NL		
	24-Nov-2013 06:26:20	20,81300354	13200- SUB1-C	0.85	Or	NL		Coincide
79	24-Nov-2013 03:49:40	40,52400208	13200- SUB1-B	0.75	Or	Do		
80	23-Nov-2013 15:56:02	2,950996399	13200- SUB1-C	0.86	Up	Up	Coincide	
	23-Nov-2013 15:56:02	2,862998962	11500- SUB1-C	0.9	Or	Up	Coincide	No coincide
	23-Nov-2013 15:56:02	2,862998962	11500- SUB1-A	0.9	Or	Up	Coincide	No coincide
81	23-Nov-2013 15:33:26	26,43900299	11500- SUB1-C	0.88	Do	NL		
	23-Nov-2013 15:33:26	26,43900299	11500- SUB1-B	0.89	Do	NL		

	23-Nov-2013 15:33:26	26,43900299	11500- SUB1-A	0.88	Do	NL		
	23-Nov-2013 15:33:26	26,43000031	13200- SUB1-C	0.87	Up	NL		
	23-Nov-2013 15:33:26	26,43000031	13200- SUB1-B	0.89	Up	NL		
	23-Nov-2013 15:33:26	26,43000031	13200- SUB1-A	0.89	Up	NL		
	23-Nov-2013 15:33:26	26,41600037	33000- SUB1-C	0.89	Or	NL		No coincide
	23-Nov-2013 15:33:26	26,41600037	33000- SUB1-B	0.9	Or	NL		No coincide
	23-Nov-2013 15:33:26	26,41600037	33000- SUB1-A	0.88	Or	NL		No coincide
82	23-Nov-2013 15:19:20	20,53199768	33000- SUB1-C	0.83	Do	Do	Coincide	
	23-Nov-2013 15:19:20	20,18199921	13200- SUB1-C	0.83	Or	Up	No coincide	Coincide
	23-Nov-2013 15:19:20	20,18199921	13200- SUB1-B	0.89	Or	Up	No coincide	No coincide
83	23-Nov-2013 15:19:08	8,551002502	13200- SUB1-C	0.89	Or	Up		
84	23-Nov-2013 15:00:09	9,82900238	11500- SUB1-C	0.77	Do	Up	No coincide	
	23-Nov-2013 15:00:09	9,82800293	13200- SUB1-C	0.81	Up	Up	Coincide	
	23-Nov-2013 15:00:09	9,82800293	13200- SUB1-B	0.87	Up	Up	Coincide	
	23-Nov-2013 15:00:09	9,823997498	33000- SUB1-C	0.78	Or	Up	No coincide	No coincide
85	23-Nov-2013 14:57:51	51,5530014	11500- SUB1-A	0.76	Do	Up	No coincide	
	23-Nov-2013 14:57:51	51,55200195	13200- SUB1-C	0.85	Or	Up	No coincide	No coincide
	23-Nov-2013 14:57:51	51,55200195	13200- SUB1-A	0.82	Or	Up	No coincide	No coincide
	23-Nov-2013 14:57:51	51,55200195	33000- SUB1-A	0.77	Do	Up	No coincide	
86	22-Nov-2013 16:37:32	32,06099701	13200- SUB1-B	0.78	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 16:37:32	32,06099701	13200- SUB1-A	0.86	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 16:37:32	32,04299927	11500- SUB1-B	0.74	Do	NL		
	22-Nov-2013 16:37:32	32,04000092	33000- SUB1-B	0.76	Or	Up	No coincide	No coincide
87	22-Nov-2013 14:50:38	38,1760025	33000- SUB1-B	0.83	Do	Up	No coincide	
	22-Nov-2013 14:50:38	38,1760025	33000- SUB1-A	0.82	Do	Up	No coincide	

	22-Nov-2013 14:50:38	38,17299652	11500- SUB1-B	0.83	Do	Up	No coincide	
	22-Nov-2013 14:50:38	38,17299652	11500- SUB1-A	0.81	Do	Up	No coincide	
	22-Nov-2013 14:50:38	38,16600037	13200- SUB1-A	0.77	Or	Up	No coincide	Coincide
88	22-Nov-2013 14:38:00	0,712997437	13200- SUB1-B	0.83	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 14:38:00	0,712997437	13200- SUB1-A	0.87	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 14:38:00	0,708999634	33000- SUB1-B	0.81	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 14:38:00	0,705001831	11500- SUB1-B	0.79	Or	Up	Coincide	Coincide
89	22-Nov-2013 08:50:37	37,79399872	13200- SUB1-B	0.81	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 08:50:37	37,79399872	13200- SUB1-A	0.83	Up	Up	Coincide	
	22-Nov-2013 08:50:37	37,79399872	11500- SUB1-B	0.73	Do	Up	No coincide	
	22-Nov-2013 08:50:37	37,79299927	33000- SUB1-B	0.76	Or	Up	No coincide	No coincide
90	22-Nov-2013 07:47:48	48,56700134	11500- SUB1-B	0.89	Or	Up		
91	21-Nov-2013 20:05:57	57,14499664	11500- SUB1-B	0.9	Or	NL		
92	21-Nov-2013 19:49:10	10,53800201	11500- SUB1-C	0.65	Do	Up	No coincide	
	21-Nov-2013 19:49:10	10,53800201	11500- SUB1-B	0.73	Do	Up	No coincide	
	21-Nov-2013 19:49:10	10,53700256	13200- SUB1-C	0.86	Up	Up	Coincide	
	21-Nov-2013 19:49:10	10,53700256	13200- SUB1-B	0.57	Up	Up	Coincide	
	21-Nov-2013 19:49:10	10,53199768	33000- SUB1-C	0.65	Or	Up	No coincide	No coincide
	21-Nov-2013 19:49:10	10,53199768	33000- SUB1-B	0.73	Or	Up	No coincide	No coincide
93	20-Nov-2013 12:08:42	42,13600159	13200- SUB1-B	0.79	Or	Do		
94	18-Nov-2013 20:18:13	13,00499725	11500- SUB1-B	0.9	Or	NL		
95	18-Nov-2013 16:24:11	11,31099701	13200- SUB1-A	0.87	Or	NL		
96	18-Nov-2013 11:26:06	6,675003052	33000- SUB1-C	0.89	Up	NL		
	18-Nov-2013 11:26:06	6,675003052	33000- SUB1-B	0.9	Up	NL		
	18-Nov-2013 11:26:06	6,675003052	33000- SUB1-A	0.88	Up	NL		

	18-Nov-2013 11:26:06	6,669998169	13200- SUB1-C	0.88	Up	NL		
	18-Nov-2013 11:26:06	6,669998169	13200- SUB1-B	0.89	Up	NL		
	18-Nov-2013 11:26:06	6,669998169	13200- SUB1-A	0.89	Up	NL		
	18-Nov-2013 11:26:06	6,666000366	11500- SUB1-C	0.88	Or	Up	Coincide	Coincide
	18-Nov-2013 11:26:06	6,666000366	11500- SUB1-B	0.9	Or	Up	Coincide	No coincide
	18-Nov-2013 11:26:06	6,666000366	11500- SUB1-A	0.89	Or	Up	Coincide	No coincide
97	18-Nov-2013 07:45:11	11,56600189	11500- SUB1-C	0.89	Do	NL		
	18-Nov-2013 07:45:11	11,56600189	11500- SUB1-B	0.9	Do	NL		
	18-Nov-2013 07:45:11	11,56099701	13200- SUB1-B	0.87	Or	Up	No coincide	Coincide
	18-Nov-2013 07:45:11	11,56099701	33000- SUB1-C	0.89	Do	NL		
98	18-Nov-2013 04:07:41	41,98500061	13200- SUB1-C	0.87	Up	Up	Coincide	
	18-Nov-2013 04:07:41	41,98500061	13200- SUB1-B	0.89	Up	Up	Coincide	
	18-Nov-2013 04:07:41	41,97899628	33000- SUB1-C	0.84	Up	Up	Coincide	
	18-Nov-2013 04:07:41	41,97599792	11500- SUB1-C	0.83	Or	Up	Coincide	Coincide
99	17-Nov-2013 17:28:31	31,02300262	11500- SUB1-A	0.88	Do	Up	No coincide	
	17-Nov-2013 17:28:31	31,01599884	33000- SUB1-A	0.89	Or	Up	No coincide	No coincide
100	17-Nov-2013 17:20:40	40,53399658	33000- SUB1-C	0.9	Up	NL		
	17-Nov-2013 17:20:40	40,51699829	11500- SUB1-C	0.89	Or	Up	Coincide	Coincide
101	17-Nov-2013 17:20:39	39,26599884	11500- SUB1-A	0.87	Do	NL		
	17-Nov-2013 17:20:39	39,26399994	13200- SUB1-C	0.89	Up	NL		
	17-Nov-2013 17:20:39	39,25800323	33000- SUB1-A	0.88	Or	NL		No coincide
102	17-Nov-2013 16:25:30	30,59600067	13200- SUB1-B	0.84	Or	Do		
103	17-Nov-2013 16:25:06	6,527000427	13200- SUB1-C	0.82	Or	Do		
104	16-Nov-2013 20:51:26	26,46800232	13200- SUB1-C	0.86	Up	Up	Coincide	
	16-Nov-2013 20:51:26	26,46800232	13200- SUB1-A	0.86	Up	Up	Coincide	

	16-Nov-2013 20:51:26	26,46800232	11500- SUB1-A	0.79	Do	Up	No coincide	
	16-Nov-2013 20:51:26	26,46499634	33000- SUB1-A	0.81	Or	Up	No coincide	No coincide
105	16-Nov-2013 20:19:08	8,593002319	13200- SUB1-C	0.9	Up	NL		
	16-Nov-2013 20:19:08	8,593002319	13200- SUB1-B	0.9	Up	NL		
	16-Nov-2013 20:19:08	8,569999695	11500- SUB1-C	0.89	Or	Up	Coincide	Coincide
	16-Nov-2013 20:19:08	8,569999695	11500- SUB1-B	0.9	Or	Up	Coincide	No coincide
	16-Nov-2013 20:19:08	8,569999695	11500- SUB1-A	0.9	Or	Up	Coincide	No coincide
106	16-Nov-2013 08:52:07	7,81300354	13200- SUB1-A	0.78	Or	Do		
107	14-Nov-2013 23:24:35	35,27999878	13200- SUB1-B	0.82	Or	Do		
108	14-Nov-2013 22:10:21	21,48400116	33000- SUB1-A	0.87	Up	Up	Coincide	
	14-Nov-2013 22:10:21	21,47399902	11500- SUB1-A	0.87	Or	Up	Coincide	Coincide
109	14-Nov-2013 16:33:50	50,96399689	13200- SUB1-C	0.89	Or	Do		
	14-Nov-2013 16:33:50	50,96399689	13200- SUB1-B	0.84	Or	Do		
	14-Nov-2013 16:33:50	50,96399689	13200- SUB1-A	0.9	Or	Do		
110	14-Nov-2013 14:13:48	48,30000305	13200- SUB1-C	0.62	Or	Do		
111	14-Nov-2013 00:12:50	50,09400177	13200- SUB1-C	0.81	Up	Up	Coincide	
	14-Nov-2013 00:12:50	50,09200287	11500- SUB1-C	0.86	Do	Up	No coincide	
	14-Nov-2013 00:12:50	50,09200287	11500- SUB1-A	0.83	Do	Up	No coincide	
	14-Nov-2013 00:12:50	50,08599854	33000- SUB1-C	0.87	Or	Up	No coincide	No coincide
	14-Nov-2013 00:12:50	50,08599854	33000- SUB1-A	0.83	Or	Up	No coincide	No coincide
112	12-Nov-2013 03:54:21	21,2440033	13200- SUB1-C	0.75	Or	Up	No coincide	No coincide
	12-Nov-2013 03:54:21	21,2440033	13200- SUB1-A	0.76	Or	Up	No coincide	No coincide
	12-Nov-2013 03:54:21	21,24500275	33000- SUB1-A	0.64	Do	Up	No coincide	
	12-Nov-2013 03:54:21	21,24299622	11500- SUB1-A	0.6	Do	Do	Coincide	
113	09-Nov-2013 19:34:30	30,78600311	13200- SUB1-C	0.89	Or	NL		

Bibliografía

- [1] Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE. Recommended practice for monitoring electric power quality, IEEE 1159, 2009.
- [2] Comisión de regulación de energía y gas Colombia CREG, Resoluciones calidad de potencia eléctrica aplicables a la Distribución de Energía Eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional: CREG 024 de 2005 y CREG 016 de 2007.
- [3] International Electrotechnical Commission IEC. Electromagnetic compatibility (emc) – 61000 part 4-30: Testing and measurement techniques - power quality measurement methods, 2008.
- [4] Instituto colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC. Norma técnica colombiana NTC-5001, calidad de la potencia eléctrica. Límites y metodología de evaluación en punto de conexión común, 2008.
- [5] D. Chapman. The Cost of Poor Power Quality, Power Quality Application Guide, 1–4 (2001).
- [6] J. Wang, S. Chen, T. Lie. Estimating Economic Impact of Voltage Sags. International Conference on Power System Technology, POWERCON, ISBN 0-7803-8610-8, 350–355 (New York-2004).
- [7] JY. Chan, JV. Milanovic. Methodology for Assessment of Financial Losses due to Voltage Sags and Short Interruptions. 9th International Conference on Electrical Power Quality and Utilization, 1–6 (Barcelona-2007).
- [8] L. Zhang, M. Bollen, “Analysis of Voltage Tolerance of AC Adjustable-Speed Drives For Three-Phase Balanced and Unbalanced Sags”, IEEE Transactions on Industry Applications, 1995. Capítulo 8: Bibliografía 171
- [9] P. Wang, M. Bollen, N. Jenkins, “Analysis and Consequences of the Phase Jump Associated With a Voltage Sag”, Power System Computation Conference, Agosto 1996.
- [10] Gulali Yalçinkaya, Member, IEEE, Math H. J. Bollen, Senior Member, IEEE, and Peter A. Crossley, Member, IEEE “Characterization of Voltage Sags in Industrial Distribution Systems” IEEE Transactions on industry applications, vol. 34, no. 4, july/august 1998.

- [11] G. Yalcinkaya, G. Hazza, M. H. Bollen, "The Use of Electromagnetic Transient Programs for Voltage Sag Analysis", 8th International Conference on Harmonics and Quality of Power ICHQP, IEEE/PES and NTUA, Octubre 1998. Capítulo 8: Bibliografía 170
- [12] Anthony C. Parsons, W. Mack Grady, Edward J. Powers and John C. Soward (1999). Rules for Locating the Sources of Capacitor Switching Disturbances. IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, vol. 2, pp. 794-799.
- [13] A.C. Parsons, W.M. Grady, E.J. Powers, J.C. Soward, A Direction Finder for Power Quality Disturbances Based Upon Disturbance Power and Energy, IEEE Trans. Power Delivery, 5 (2000), No.3, 1081-1086.
- [14] M. H. Bollen, "Understanding Power Quality Problems", IEEE press, 2000.
- [15] M. H. Bollen, E. Styvaktakis, "Characterization of Three-Phase Unbalanced Dips", IEEE, 2000.
- [16] L. Zhang, M. H. Bollen, "Characteristic of Voltage Dips (Sags) in Power Systems", IEEE Transactions on Power Delivery, Abril 2000.
- [17] M. Bollen, D. Daniel, R. Thallam, "Voltage-Sag Indices – recent developments in IEEE P1564 Task Force", IEEE Transactions on Power Systems, pp. 34-41, January 2000.
- [18] MHJ. Bollen, I. Yu-Hua Gu, P. Axelberg, E. Styvaktakis. Classification of Underlying Causes of Power Quality Disturbances: Deterministic versus Statistical Methods, EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, ISSN 1687-6180, 1–17 (2007).
- [19] MHJ. Bollen, E. Styvaktakis, I. Yu-Hua Gu. Analysis of Voltage Dips for Event Identification, Power Quality: Monitoring and Solutions (Ref. No. 2000/136), IEEE Seminar on, 1–4 (2000).
- [20] MHJ. Bollen, E. Styvaktakis, I. Yu-Hua Gu. Classification of Power Systems Events: Voltage Dips, Harmonics and Quality of Power. Proceedings. Ninth International Conference on, ISBN 0-7803-6499-6, 745–750 (2000).
- [21] Bollen, M.H.J. Voltage Sag in Three Phase System. IEEE Power Engineering Review, 17 (2001), No.8-11.
- [22] M.H.J. Bollen. Algorithms for characterizing measured three-phase unbalanced voltage dips. Power Delivery, IEEE Transactions on, 18(3):937 - 944, July 2003. ISSN 0885-8977. doi: 10.1109/TPWRD. 2003.813879. 19, 71

- [23] C. Li, T. Tayjasanant, W. Xu, and X. Liu. Method for voltage-sag-source detection by investigating slope of the system trajectory. *Generation, Transmission and Distribution, IEEE Proceedings-*, 150(3):367-372, may 2003. ISSN 1350-2360. doi: 10.1049/ip gtd:20030214. 19, 23, 25, 32, 33, 64, 67,68, 69.
- [24] Tayjasanant, T., C. Li, and W. Xu. A Resistance Sign Based Method for Voltage Sag Source Detection. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 20 (2005), No.4, 2544-2551.
- [25] Wang, B., W. Xu, and Z. Pan. Voltage Sag State Estimation for Power Distribution Systems. *IEEE Transaction on Power System*, 20 (2005), No.2, 806-812.
- [26] Bollen M.H.J., and Gu I.Y.H., *Signal Processing of Power Quality Disturbances*, John Wiley & Sons, 2006.
- [27] Miguel Romero, Andrés Pavas, Guillermo Cajamarca, Unal, Codensa, “Nueva metodología de Análisis comparativo de sags entre subestaciones de una red de distribución - caso colombiano”. IV Simposio Internacional de Calidad de Energía - SICEL 2007.
- [28] Barrera Núñez, V., et al. Two Methods for Voltage Sag Source Location. in 13th International conference on Harmonics & Quality of Power (ICHQP). Australia, 2008.
- [29] Roberto Chouhy Leborgne, Member, IEEE, José María Carvalho Filho, J. Policarpo G. de Abreu, Thiago Clé Oliveira, Alexandre Afonso Postal, and Luiz Henrique Zapparoli. “Alternative Methodology for Characterization of Industrial Process Sensitivity to Voltage Sags” IEEE Bologna Power Tech Conference June 23th-26th, Bologna, Italy 2003.
- [30] MF. McGranaghan, DR. Mueller, MJ. Samotyj. Voltage Sags in Industrial Systems, Industry Applications, *IEEE Transactions on*, ISSN 0093-9994, 397–403 (1993).
- [31] G. Yalginkaya, MHJ. Bollen, PA. Crossley. Characterization of Voltage Sags in Industrial Distribution Systems, Industry Applications, *IEEE Transactions on*, ISSN 0093-9994, 682–688 (1998).
- [32] MHJ. Bollen, M. Hager, C. Roxenius. Effect of Induction Motors and Other Loads on Voltage Dips: Theory and Measurements, *Power Tech Conference Proceedings*, ISBN 0-7803-7967-5, 1–6 (2003).
- [33] MHJ. Bollen. The Influence of Motor Re-acceleration on Voltage Sags, Industry Applications, *IEEE Transactions on*, ISSN 0093-9994, 667–674 (1995).
- [34] P. Ling, A. Basak. Investigation of Magnetizing Inrush Current in Single-phase Transformer, *Magnetics, IEEE Transactions on*, ISSN 0018-9464, 3217–3222 (1998).

-
- [35] S. Santoso, WM. Grady, EJ. Powers, J. Lamoree, SC. Bhatt. Characterization of Distribution Power Quality Event with Fourier and Wavelet Transforms, Power Delivery, IEEE Transactions on, ISSN 0885-8977, 247–254 (2000).
- [36] S. Santoso, JD. Lamoree, MF. McGranaghan. Signature Analysis to Track Capacitor Switching Performance, Transmission and Distribution Conference and Exposition, IEEE/PES, ISBN 0-7803-7285-9, 259–263 (2001).
- [37] K. Hur, S. Santoso. On Two Fundamentals Signatures for Determining the relative location of Switched Capacitor Banks, Power Delivery, IEEE Transactions on, ISSN 0885-8977, 1105–1112 (2008).
- [38] J. Mora, J. Meléndez, J. Colomer, D. Llanos, J. Corbella and J. Sánchez Control Engineering and Intelligent Systems Group, University of Girona “Classification of sags measured in a distribution substation using a fuzzy tool” International Conference on Renewable Energy and Power Quality, Vigo, Spain April 9-11 2003.
- [39] S-J. Ahn, D-J. Won, D-Y. Chung, S. Moon. Determination of the Relative Location of Voltage Sag Source According to Event Cause, Power Engineering Society General Meeting. IEEE, ISBN 0-7803-8465-2, 620–625 (2004).
- [40] K. Kim, J. Park, J. Lee, S. Ahn, S. Moon. A Method to Determine the Relative Location of Voltage Sag Source for PQ Diagnosis, IEEE Proceedings of the Eighth International Conference on Electrical Machines and Systems, ISBN 7-5062-7407-8, 2192–2197 (2005).
- [41] V. Barrera, J. Melendez, S. Herraiz Evaluation of Fault Relative Location Algorithms using Voltage Sag Data Collected at 25-kV Substations, Special Issue on Power Quality, European Transactions on Electrical Power (ETEP), 34–51 (2009).
- [42] K. Yao, D. Koval, W. Su, J. Salmon. Modelling Consumer Voltage Sags by Distribution Primary Faults. Electrical and Computer Engineering, IEEE Canadian Conference on, ISSN 0840-7789, 1277–1282 (1999).
- [43] V. Ignatova, P. Granjon, S. Bacha and F. Dumas “Classification and characterization of three phase voltage dips by space vector methodology” IEEE International Conference on Future Power Systems, Amsterdam, Netherlands 2005.
- [44] Roberto.C.Leborgn, Chalmers University of Technology and Daniel Karlsson, ABB Automation Technologies “Phasor Based Voltage Sag Monitoring And Characterization” CIRED, 18th International conference on Electricity Distribution, Turin 6-9 June 2005.

- [45] Roberto Chouhy Leborgne, Thesis for the degree of licentiate of engineering "Voltage Sags Characterization and Estimation", Department of Energy and Environment, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden 2005.
- [46] C. Venkatesh, Student Member, IEEE, D.V.S.S. Siva Sarma, Senior Member, IEEE, and M. Sydulu, Member, IEEE "Wavelet and S-transform Based Multilayer and Modular Neural Networks for Classification of Power Quality Disturbances" 16th National power systems conference, 15th-17th December, 2010.
- [47] Surya Prakash Singh & Prof. R.K. Tripathi, Member, IEEE. "Voltage Sags and Their Characterization" Power, Control and Embedded Systems (ICPCES), 2010 International Conference on Queens University Canada, Nov 29 -Dec 1 2010.
- [48] S. R. Naidu, Senior Member, IEEE, Gilvan V. de Andrade, Jr., and Edson G. da Costa, Member, IEEE "Voltage Sag Performance of a Distribution System and Its Improvement" IEEE Transactions on industry applications, vol. 48, no. 1, January/February 2012.
- [49] Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE. Recommended Practice for Evaluating Electric Power System Compatibility With Electronic Process Equipment. IEEE 1346-1998.
- [50] M. T. Aung and J. Milanovic, "The Influence of Transformer Winding Connections on the Propagation of Voltage Sags", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 21, No. 1, January 2006, pp. 262-269.
- [51] J. Blanco, R. Leal, J. Jacome, J.F. Petit, G. Ordóñez and V. Barrera, "Propagation of Voltage Sags: Influence of Transformers, Induction Motors and Fault Resistance", Revista Ingeniería e Investigación, Universidad Nacional de Colombia, 2011.
- [52] Bostjan Polajzer, Gorazd Stumberger, Drago Dolinar, "Evaluation of Different Methods for Voltage Sag Source detection Based on Positive-Sequence Components", International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Valencia, 15 - 17 April 2009.
- [53] N. Hamzah, A. Mohamed and A. Hussain, "A new approach to locate the voltage sag source using real current component," Electric Power Systems Research, vol. 72, no. 2, pp. 113-123, December 2004.
- [54] J. Mora, V. Barrera, G. Carrillo. Fault Location in Power Distribution Systems Using a Learning Algorithm for Multivariable Data Analysis , Power Delivery, IEEE Transactions on, ISSN 0885-8977, 1715-1721 (2007).

- [55] H. Mokhlis, AR. Khalid, HY. Li. Voltage Sags Pattern Recognition Technique for Fault Section Identification in Distribution Networks, PowerTech, IEEE Bucharest, ISBN 978-1-4244-2234-0, 1-6 (2009).
- [56] YY Hsu, FC. Lu, Y. Chien, JP. Liu, JT Lin, PHS. Yu, RT. Kuo. An Expert System for Locating Distribution System Faults, Power Delivery, IEEE Transactions on, ISSN 0885-8977, 366-372 (1999).
- [57] P. Jarventausta, P. Verho, J. Partanen. Using Fuzzy Sets to Model the Uncertainty in the Fault Location Process of Distribution Networks, Power Delivery, IEEE Transactions on, ISSN 0885-8977, 954-960 (1994).
- [58] H-T. Yang, W-Y. Chang, Ch-L. Huang. A New Neural Networks Approach to on-line Fault Section Estimation Using Information of Protective Relays and Circuit Breakers, Power Delivery, IEEE Transactions on, ISSN 0885-8977, 220-230 (1994).
- [59] Solano, J.B., Petit, J.F., Suárez, G. Ordoñez Plata V.Barrera (2012). Caracterización, identificación y localización de hundimientos de tensión: revisión del estado del arte. Revista Ingeniería y Ciencia.

Declaración

Me permito afirmar que he realizado la presente tesis de forma autónoma y con la única ayuda de los medios permitidos y no diferentes a los mencionados en la propia tesis. Todos los pasajes que se han tomado de manera textual o figurativa de textos publicados y no publicados, los he reconocido en el presente trabajo.

Ninguna parte del presente trabajo se ha empleado en ningún otro tipo de tesis.

Manizales, Colombia, 08.05.2015

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bianey Bravo Valencia', written over a horizontal line.

(Bianey Bravo Valencia)