

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERO ELECTRICISTA**

Título :
**“Estudio preliminar de calidad eléctrica en
sistemas de distribución en El Salvador”**

Presentado por :
**MANUEL MAURICIO PORTILLO FERRUFINO
RONOEL ANTONIO SÁNCHEZ ROSALES**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docente Director :
Ing. José Roberto Ramos López

San Salvador, Diciembre de 2005

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :
Dra. María Isabel Rodríguez

SECRETARIA GENERAL :
Licda. Alicia Margarita Rivas de Recinos

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :
Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

SECRETARIO :
Ing. Oscar Eduardo Marroquín Hernández

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

DIRECTOR :
Ing. Luís Roberto Chévez Paz

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director:

Ing. José Roberto Ramos López

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**“Estudio preliminar de calidad eléctrica en
sistemas de distribución en El Salvador”**

PRESENTADO POR:

**MANUEL MAURICIO PORTILLO FERRUFINO
RONOEL ANTONIO SÁNCHEZ ROSALES**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2005.

PREFACIO

El “Estudio preliminar de calidad eléctrica en sistemas de distribución en El Salvador”, es un proyecto de investigación que actualmente se encuentra en ejecución con financiamiento del Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador. A cargo de los Ingenieros: José Ramos López, Armando Martínez Calderón y Marvin Hernández. Profesores de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador.

El presente trabajo de graduación es parte de este proyecto y es el encargado del desarrollo de las aplicaciones de bases de datos y comunicaciones necesarias para producir datos e información de la calidad eléctrica.

El estudio esta enfocado a producir datos e información de la calidad eléctrica del voltaje en los diferentes tipos de consumidores: Industriales, comerciales y residenciales

Por lo que las aplicaciones desarrolladas realizan el manejo, visualización y análisis de las siguientes mediciones:

- ▶ Medición periódica del voltaje RMS.
- ▶ Medición periódica de THD de voltaje.
- ▶ Medición periódica de armónicas de voltaje restringida a las impares desde la tercera hasta la treceava.
- ▶ Registro de eventos de corta duración y transientes.

El intervalo de medición seleccionado para los medidores es de 10 minutos, y la medición se realizara en un periodo de duración mínima de 15 días.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1	1
1.1 Concepto de calidad de energía eléctrica.....	1
1.2 Definición de los eventos de interés para el estudio	3
1.2.1 Sag/dips de voltaje	3
1.2.2 Swells de voltaje.....	3
1.2.3 Interrupciones de corta duración	3
1.2.4 Bajo voltaje de estado estable	4
1.2.5 Sobrevoltaje de estado estable	4
1.2.6 Desbalance de Voltaje (en sistemas trifásicos)	4
1.2.7 Interrupciones de larga duración	4
1.2.8 Armónicos de Voltaje de estado estable.....	4
1.2.9 Flicker.....	5
1.2.10 Regulación de Voltaje	5
1.2.11 Transientes (sobre voltajes)	5
1.2.12 Transientes (bajos voltajes).....	6
1.3 Equipo de Medición Disponible para el Estudio	6
1.3.1 RPM FLUKE 1650	6
1.3.2 Medidor de diseño local.....	7
1.4 Justificación.....	7
Capítulo 2	9
2.1 Adquisición de datos monitoreados.....	9
2.2 Normas utilizadas para analizar los datos del estudio.....	15
2.2.1 Regulación de Voltaje.....	15
2.2.2 Eventos de corta duración y de estado estable.....	15
2.2.3 Armónicos de estado estable	16
2.2.4 Desbalance de Voltaje (sistemas trifásicos).....	16
2.3 Aplicaciones desarrolladas para analizar los datos.	

2.3.1	Aplicaciones base	16
2.3.2	Aplicaciones desarrolladas.....	17
2.4	Manual de uso de las aplicaciones de análisis	18
2.5	Algunas configuraciones importantes.....	19
Capítulo 3	20
3.1	Ejemplo de Aplicación de las herramientas de análisis	20
3.1.1	Regulación de Voltaje.....	20
3.1.1.1	Análisis de datos según SIGET.....	20
3.1.1.2	Análisis de Datos según Norma ANSI C84.1	21
3.1.2	Distorsión Armónica de voltaje	22
3.1.2.1	Análisis de THD según SIGET	22
3.1.2.2	Análisis THD según IEEE 519-1995	23
3.1.2.3	Análisis de TDI tercera armónica según SIGET2.....	24
3.1.2.4	Análisis de TDI tercera armónica según IEEE 519.....	25
3.1.2.5	Análisis de TDI quinta armónica según SIGET	26
3.1.2.6	Análisis de TDI quinta armónica según SIGET.....	27
3.1.3	Desbalance de Voltaje.....	28
3.1.4	Análisis de Eventos	29
3.1.4.1	Gráficos de visualización de Eventos	29
3.1.4.2	Tablas Resumen de eventos.....	30
3.1.4.3	Tabla de Densidad de SAGS	31
3.1.4.4	Tabla Acumulativa de SAGS	33
3.1.4.5	Grafico de Contorno de función de SAG Acumulativo .	35
3.1.4.6	Distribución de Interrupciones	36
Conclusiones	37
Recomendaciones	38
Referencia Bibliográfica	39
Anexos	40

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1	1
Figura 1.1: Ejemplo de Sag de Voltaje.	3
Figura 1.2: Ejemplo de Swell de Voltaje	3
Figura 1.3: Ejemplo de Interrupción de corta duración.....	4
Figura 1.4: Ejemplo de una onda de corriente distorsionada.....	5
Figura 1.5: Ejemplo de Surge de Voltaje.....	5
Figura 1.6: Ejemplo de Notch de voltaje.....	6
Figura 1.7: Análisis estadístico de instrumentos utilizados.....	8
Figura 1.8: Grafico de armónicos.....	9
Capítulo 2	10
Figura 2.1: Diagrama en bloques de la interacción de las aplicaciones desarrolladas	10
Figura 2.2: Aplicación para insertar los datos obtenidos con el medidor Profesional en la base de datos	11
Figura 2.3: Forma de configuración y selección de sitio.....	18
Capítulo 3	20
Figura 3.1: Aplicación para análisis de Regulación de Voltaje (Norma SIGET)	20
Figura 3.2: Aplicación para análisis de Regulación de Voltaje (Norma ANSI C84.1)	21
Figura 3.3: Aplicación para análisis de THD de Voltaje (Norma SIGET)	22
Figura 3.4: Aplicación para análisis de THD de Voltaje (Norma IEEE 519-1995).....	23

Figura 3.5: Aplicación para análisis de TDI de 3ra armónica (Norma SIGET)	24
Figura 3.6: Aplicación para análisis de TDI de 3ra armónica (Norma IEEE 519-1995).....	25
Figura 3.7: Aplicación para análisis de TDI de 5ta armónica (Norma SIGET)	26
Figura 3.8: Aplicación para análisis de TDI de 5ta armónica (Norma IEEE 519-1995).....	27
Figura 3.9: Aplicación para análisis de Desbalance de Voltaje	28
Figura 3.10: Aplicación para Visualización de eventos de Voltaje.....	29
Figura 3.11: Resumen de Eventos generados en las aplicaciones de visualización de eventos.	30
Figura 3.12 Tabla de densidad de SAGS	33
Figura 3.13: Grafico de barras de densidad de SAGS	33
Figura 3.14 Tabla acumulativa de SAGS	35
Figura 3.15: Grafico de barras generado con la tabla acumulativa de SAGS.....	35
Figura 3.16: Grafico de contorno de la función acumulativa de SAGS....	36
Figura 3.17: Grafico de distribución de interrupciones	37

LISTA DE TABLAS

Capítulo 1	1
Tabla 1.1: Características del Instrumento RPM FLUKE.....	6
Tabla 1.2: Características del Instrumento de diseño local.....	7
Capítulo 2	10
Tabla 2.1: Nombre y tipo de los campos de la tabla EVENTS	12
Tabla 2.2: Valor de la variable <i>device</i> y su significado en la base de datos..	13
Tabla 2.3: Valor de variable <i>device</i> en sistemas trifásicos.....	13
Tabla 2.4: Tipo de Eventos	13
Tabla 2.5: Tipo de Usuario	14
Tabla 2.6: Nombre y tipos de los campos de la tabla PERIODICS	14
Tabla 2.7: Lista y descripción de aplicaciones base.....	16
Tabla 2.8: Lista y descripción de aplicaciones desarrolladas	17

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean dar las gracias a Dios Todopoderoso; que nos dio vida y todo lo necesario por medio de nuestros padres que siempre han estado pendientes, ayudándonos y apoyándonos en todo momento de nuestro recorrido.

Agradecemos también a nuestros asesores, amigos y compañeros quienes nos han apoyado en la realización de este proyecto y a lo largo de nuestra formación como profesionales.

Gracias a CMOR por haberme apoyado y haberme animado a terminar con éxito mi carrera, y por estar conmigo siempre.

Capítulo 1

1.1 Concepto de Calidad de Energía Eléctrica (PQ- Power Quality)

Energía eléctrica de calidad es simplemente la interacción de la energía eléctrica con los distintos equipos eléctricos. Si los equipos eléctricos operan correctamente sin ser sometidos a “fatiga”, diremos entonces que la **Energía Eléctrica es de Calidad**. Por el contrario, si el equipo eléctrico no opera adecuadamente, si su funcionamiento no es confiable o el mismo se daña bajo uso normal, entonces la Calidad de Energía Eléctrica es pobre.

Entonces el concepto de Calidad de Energía Eléctrica se refiere a los disturbios (eventos) que afectan desfavorablemente al equipo eléctrico y electrónico utilizado por los consumidores de energía o clientes de las distribuidoras de electricidad.

Un estudio de calidad de *Power Quality* debería caracterizar los fenómenos electromagnéticos que tienen mayor influencia sobre la calidad de la electricidad como por ejemplo:

- Fenómenos de estado estable
- Interrupciones sostenidas
- Perturbaciones
- Armónicos y
- Transitorios

Los costos de los problemas de calidad no han sido evaluados en El Salvador, sin embargo la legislación actual establece solamente compensación económica por energía no servida (el doble de los KWH no servidos) y por daños en equipos por culpa de las distribuidoras.

La opinión de los consumidores no ha sido tomada en cuenta en este tema.

En el ambiente IEEE solamente se conoce la opinión de consumidores industriales y comerciales en EE.UU. [1]

En El Salvador no se cuenta con investigaciones completas sobre los costos del *power quality*, solamente se pueden mencionar hallazgos de una encuesta incompleta realizada como parte de un trabajo de graduación por la Universidad de El Salvador en colaboración con la Cámara de Comercio e Industria de El Salvador en 1997.

Un Estudio de calidad de energía eléctrica en sistemas de distribución debe incluir: medición, adquisición y análisis de los siguientes fenómenos electromagnéticos:

- **Sags/dips de Voltaje**
- **Swells de Voltaje**
- **Interrupciones de corta duración**
- **Bajo Voltaje de estado estable**
- **Sobrevoltaje de estado estable**
- **Desbalance de Voltaje (en sistemas Industriales)**
- **Interrupciones de larga duración (apagones)**
- **Armónicos de estado Estable**
- **Flicker**
- **Transitorios (Surges y Notches)**

A continuación se presentan brevemente las definiciones de los fenómenos en estudio. Para mayor información consultar referencia [2]

1.2 Definiciones De Los Eventos de Interés Para el Estudio

Los fenómenos Electromagnéticos de interés para el presente estudio son:

1.2.1 Sags/dips de Voltaje:

Son reducciones momentáneas de voltaje. Su duración va desde $\frac{1}{2}$ ciclo hasta varios segundos.

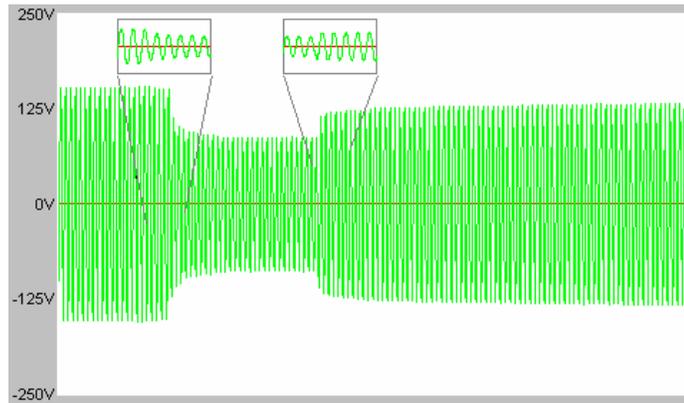


Figura 1.1: Ejemplo de Sag de Voltaje. Medición realizada en la EIE, UES 2005. La medición registro una amplitud del Sag de 64.7 V y una duración de 433.33 ms

1.2.2 Swell de Voltaje:

Son reducciones momentáneas de voltaje. Su duración va desde $\frac{1}{2}$ ciclo hasta varios segundos.

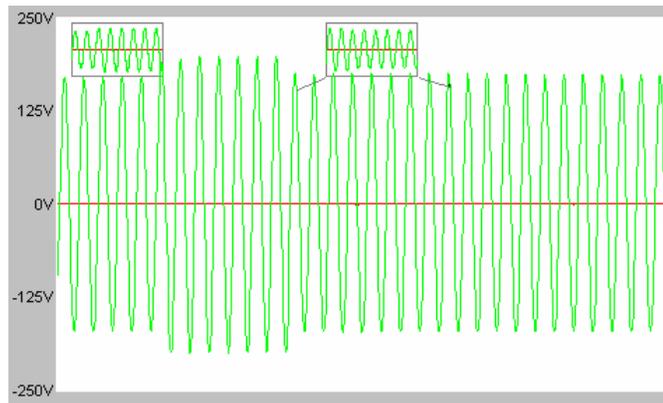


Figura 1.2: Ejemplo de Swell de Voltaje

Medición realizada en la EIE, UES 2005. La medición registro una amplitud del Swell de 138.8 V y una duración de 100 ms.

1.2.3 Interrupciones de corta duración:

Una interrupción ocurre cuando se da una caída en el suministro de voltaje de hasta 0.1% del valor nominal en un periodo que no excede 1 minuto.

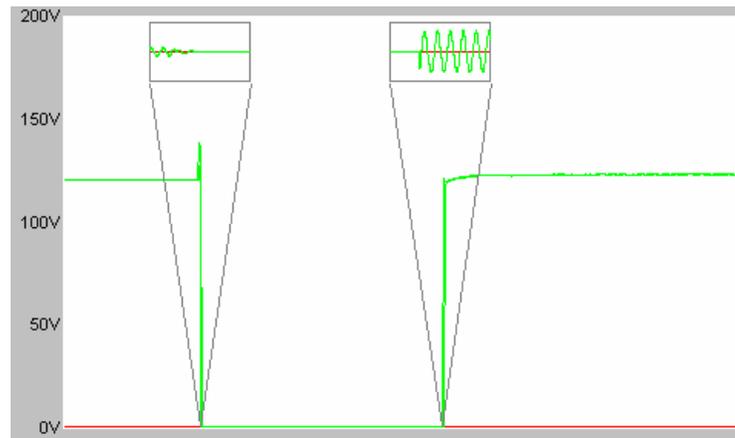


Figura 1.3: Ejemplo de Interrupción de corta duración.

Medición realizada en la EIE, UES 2005. La medición registro una amplitud de 0.12 V y una duración de 42.8 segundos.

1.2.4 Bajo Voltaje de estado estable:

Son reducciones sostenidas en el voltaje del sistema. Su duración es mayor de 1 minuto.

1.2.5 Sobre Voltaje de estado estable:

Son incrementos sostenidos en el voltaje del sistema. Su duración es mayor de 1 minuto.

1.2.6 Interrupciones de larga duración:

Es la caída del voltaje de alimentación hasta cero por un periodo mayor de un minuto.

1.2.7 Desbalance de Voltaje (sistemas trifásicos)

Es la desviación máxima de los voltajes de fase respecto al voltaje promedio de las tres fases.

1.2.8 Distorsión Armónica:

Es la distorsión de la onda senoidal de corriente o de tensión eléctrica de frecuencia nominal, ocasionada por la presencia de señales eléctricas senoidales de frecuencias diferentes y múltiples de dicha frecuencia nominal.

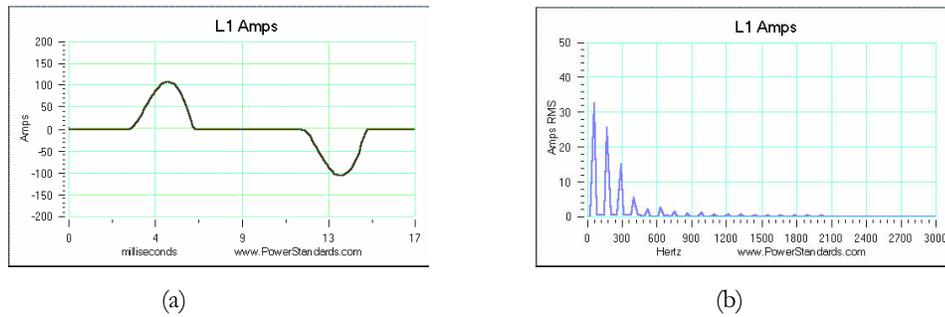


Figura 1.4: Ejemplo de una onda de corriente Distorsionada: (a) Onda de corriente generada por el pico de una onda de voltaje. (b) Espectro de frecuencia de la misma onda.

1.2.9 Flicker:

Es una variación rápida y cíclica de la tensión, que causa una fluctuación correspondiente en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

1.2.10 Regulación de Voltaje:

El termino “Regulación de Voltaje” es usado para discutir variaciones de voltaje de larga duración. No se incluyen eventos de corta duración como Sags, o Swell.

1.2.11 Transientes (Sobrevoltajes):

También llamados surges. Son incrementos del valor nominal del voltaje con periodos menores a 0.5ciclos.

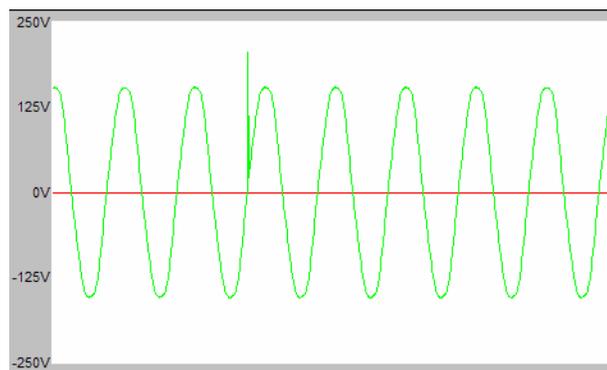


Figura 1.5: Ejemplo de Surge. . La medición registro una amplitud de 190 V y una duración de 6 μ s.

1.2.12 Transientes (Bajos Voltajes):

También llamados Notches. Son decrementos del valor nominal del voltaje con periodos menores a 0.5ciclos.

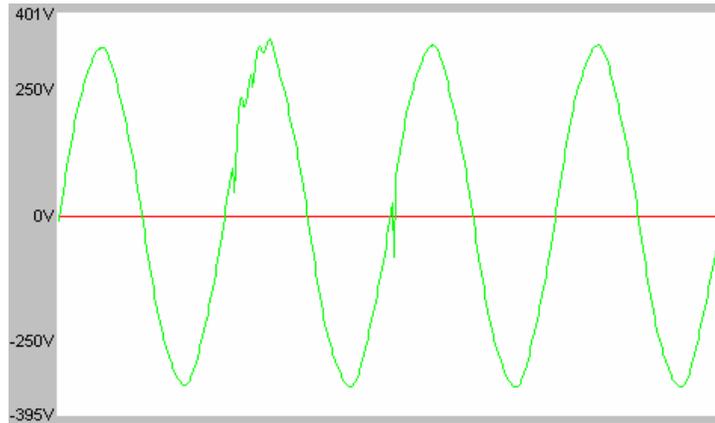


Figura 1.6: Ejemplo de Notch de voltaje.

1.3 Equipo de Medición Disponible Para el Estudio

El equipo disponible para llevar a cabo el estudio es el siguiente:

🔌 **Power Recorder RPM FLUKE 1650 [3]**

🔌 **Medidor de diseño local [4]**

1.3.1 RPM FLUKE 1650 es un instrumento profesional proporcionado por la UES, para llevar a cabo el proyecto “Estudio preliminar de calidad eléctrica en sistemas de distribución en El Salvador”. Las características de interés de este instrumento son:

Tabla 1.1 Características del Instrumento RPM FLUKE

Parametros que puede Medir el RPM		
Sags	(fases A,B y C)	√
Swell	(fases A,B y C)	√
Interrupciones de Voltaje	(fases A,B y C)	√
Distorsion Armonica	(fases A,B, C y Neutro)	√
Regulacion de Voltaje	(fases A,B, C y Neutro)	√
Flicker de Voltaje	(fases A,B y C)	√
Transitorios	(fases A,B y C)	√

Este instrumento esta siendo utilizado para medir en sistemas Comerciales e Industriales (Sistemas trifásicos).

1.3.2 Medidor de diseño local: es un instrumento desarrollado en una tesis anterior; y presenta las características de interés siguiente:

Tabla 1.2: Características del Instrumento de diseño local.

Parametros que puede Medir el AD97010		
Sags	(Monofasico 120 V)	√
Swell	(Monofasico 120 V)	√
Interrupciones de Voltaje	(Monofasico 120 V)	√
Distorsion Armonica	No factible	
Regulacion de VoltaJe	(Monofasico 120 V)	√
Flicker de Voltaje	No factible	

Este instrumento esta siendo utilizado para medir sistemas monofásicos con voltaje nominal 120V y Usuarios Residenciales.

Los dos instrumentos antes descritos, tienen la capacidad de almacenar los datos en su memoria interna, y poseen un software para configurar y descargar en una computadora los datos recopilados en el punto de medición.

1.4 Justificación

Es de interés para el estudio que las interpretaciones de los datos obtenidos por ambos instrumentos sean en el mismo formato, por eso se han desarrollado aplicaciones que transforman los datos obtenidos por el medidor profesional, al formato del medidor de diseño local y los almacenan en una sola base de datos.

Las razones principales de esta decisión son las siguientes:

Las aplicaciones desarrolladas nos deben permitir visualizar los datos de forma grafica aplicando normas y recomendaciones nacionales e internacionales.

Para regulación de voltaje, por ejemplo, el medidor profesional muestra (Figura 1.6a) un análisis estadístico en *Días vs. Magnitud de Voltaje* del cual a simple vista no se puede interpretar información de utilidad. Mientras que la aplicación desarrollada para el medidor de diseño local (Figura 1.6b) muestra un análisis en *porcentaje de muestras vs. Magnitud* y además se muestran los rangos de la Norma ANSI C84.1. Esto hace que la conclusión acerca de la regulación de voltaje en el sitio; sea inmediata.

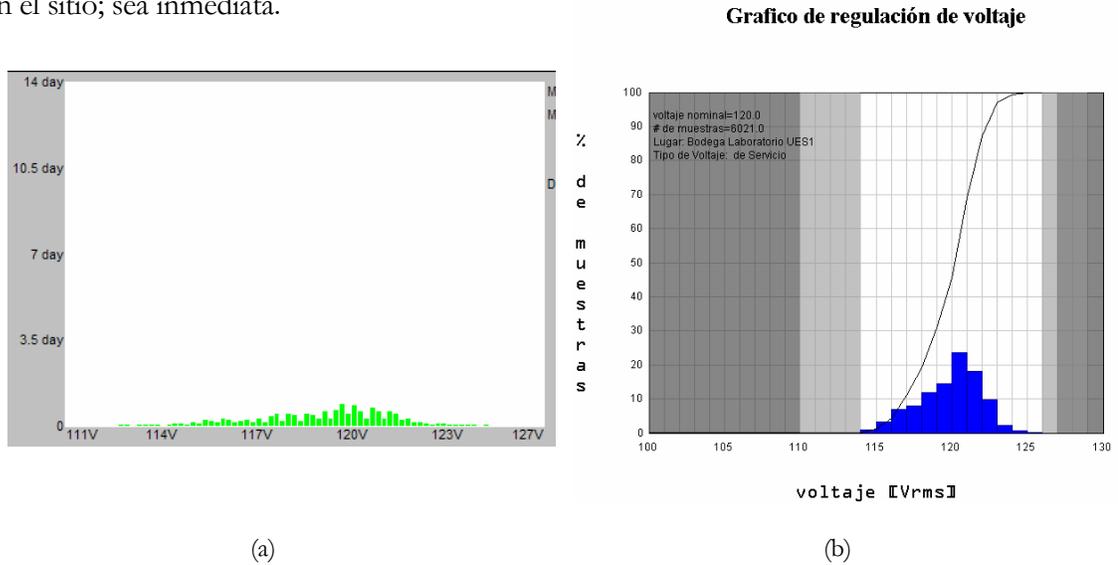


Figura 1.7: Análisis estadístico de instrumentos utilizados (RPM FLUKE y Medidor local). (a) Análisis desarrollado por medidor profesional mediante el software SCENARIO [5] (b) aplicación desarrollada para medidor de diseño local.

Con respecto a los armónicos; el medidor profesional es capaz de registrar 63 armónicos, midiendo el voltaje promedio y el voltaje máximo de ellos. Esto hace que la información sea demasiada voluminosa y difícil de interpretar como se observa en la figura 1.7, donde a pesar de que es posible seleccionar una sola armónica; se mantiene la dificultad de interpretación, ya que se grafica *Magnitud vs. Periodo de medición* y no puede apreciarse con claridad el porcentaje de muestras que superan algún limite establecidos por normas y/o estándares.

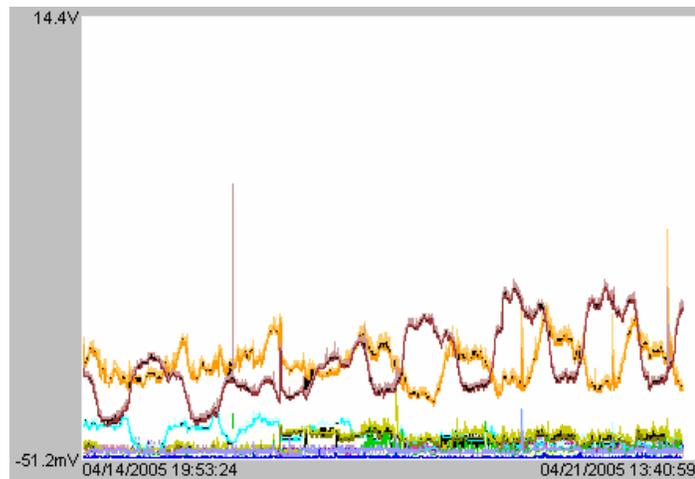


Figura 1.8: Grafico de Armónicos. Armónicas desde la 2 hasta la 63 generado por las aplicaciones del medidor RPM FLUKE (SCENARIO).

Para analizar el desbalance de voltaje en sistemas trifásicos, el instrumento RPM FLUKE no permite observar un registro periódico de desbalance a lo largo de toda la medición; lo que limita la información acerca de este fenómeno.

En cuanto a los eventos el RPM FLUKE permite el análisis individual de cada evento en cuanto a magnitud y duración; pero no permite la visualización de la tendencia de los estos fenómeno en cuanto a tipo y ocurrencia durante el periodo de medición.

Con lo antes expuesto se pone en evidencia la necesidad de una herramienta de análisis que permita interpretar de forma inmediata los datos en base a normas y/o estándares y que además sea versátil, es decir, que nos permita realizar los análisis apropiados para el desarrollo de la investigación.

Capítulo 2

2.1 Adquisición de Datos Monitoreados

Para administrar los datos medidos con los instrumentos mencionados en el capítulo uno, es necesario utilizar herramientas que no vienen incluidas en el software del equipo RPM (SCENARIO [5]), o son muy complicados de interpretar para este estudio. El siguiente esquema muestra la estructura que se ha seguido como base para el desarrollo de las aplicaciones de análisis utilizadas en el estudio.

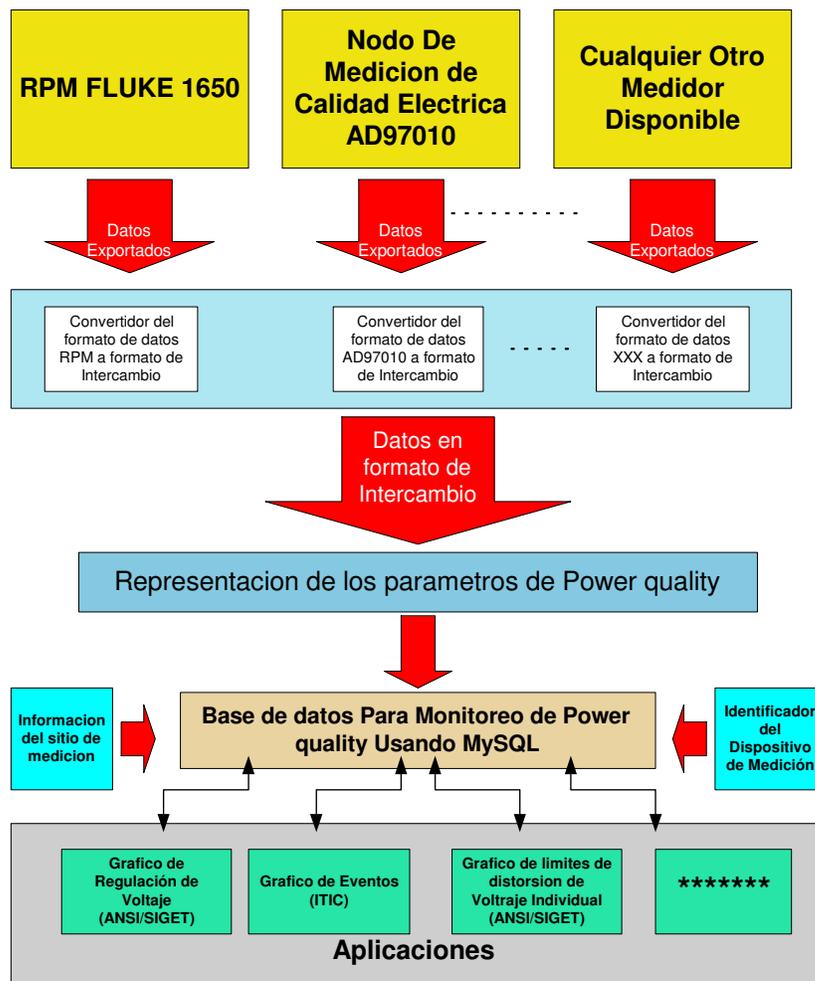


Figura 2.1: Diagrama en bloques de la interacción de las aplicaciones desarrolladas.

En el diagrama anterior, los datos procedentes de ambos medidores son transformados a una representación de los parámetros de *power quality* de interés en el estudio, para luego agregar la suficiente información a cerca del sitio de medición y datos útiles para el análisis posterior de los datos, tales como el tipo de voltaje y el voltaje nominal.

De forma similar a las aplicaciones desarrolladas para el medidor de diseño local [4], las aplicaciones que agregan información a las mediciones fueron desarrolladas en C [6] y su función es transformar los datos exportados del software del RPM FLUKE al formato del medidor local. La aplicación además le agrega información del voltaje nominal, sitio de medición, tipo de voltaje, distribuidor, fase, etc. (Ver anexo pág. 42,46)

Para manejar estos datos con mas facilidad también se creo una interfaz grafica con el lenguaje de programación TCL/TK [7] que invoca las aplicaciones C que transforman los datos del RPM FLUKE y además inserta los datos generados por las aplicaciones C; en las tablas de la base de datos (Para más detalle ver anexo pág. 48). La interfaz grafica es la siguiente:

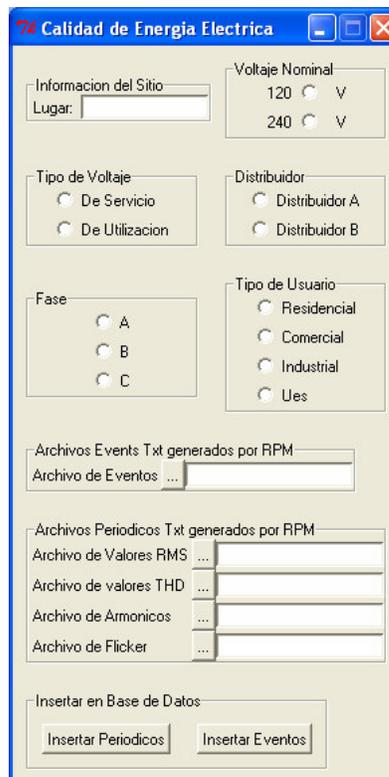


Figura2.2: Aplicación para Insertar los datos obtenidos con el medidor Profesional en la base de datos

Los datos se insertan a la base de datos con el comando *mysqlimport* [8] .

Para insertar los datos generados con el medidor de diseño local; solo se modifico la rutina de la interfaz original; para usar el comando *mysqlimport*

Para administrar los datos se esta utilizando MySQL [8], y las aplicaciones que presentaran el análisis de los datos han sido desarrolladas con tecnología JSP y Servlets [4] y son mostradas en un servidor HTTP compatible con JSP. El servidor que se esta utilizando es TOMCAT[4].

Se modificaron las aplicaciones de análisis originales creando nuevas aplicaciones para cumplir las expectativas de mostrar gráficamente los límites de las normas y/o recomendaciones empleadas.

Para incluir las mediciones de los nuevos parámetros; se han extendido las tablas utilizadas originalmente por el medidor de diseño local [4].

Las tablas modificadas son las siguientes:

1) Tabla de Eventos

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
n	int(11)		PRI	NULL	auto_increment
device	int(11)	YES		NULL	
tipo	int(11)	YES		NULL	
valor	float	YES		NULL	
reloj	datetime	YES		NULL	
semiciclos	int(11)	YES		NULL	
duracion	float	YES		NULL	
lugar	int(11)	YES		NULL	
vnom	float	YES		NULL	
distri	char(1)	YES		NULL	
name1	varchar(20)	YES		NULL	

Tabla 2.1 Nombre y tipo de los campos de la tabla EVENTS. (Ver también Tabla A2, de anexos).

Descripción de campos de la tabla EVENTS que han sido modificados:

- ▶ **device:** Es una variable entera que se usa para distinguir si es usuario monofásico o trifásico:

Valor de device	Medidor utilizado
1	Usuario monofásico
2X	Usuario Trifásico

Tabla 2.2: Valor de variable *device* y sus significados

Cuando el usuario es trifásico existe la siguiente clasificación:

Device	fase
21	A
22	B
23	C

Tabla 2.3: Valor de variable *device* en sistemas trifásicos

- ▶ **tipo:** Es un identificador del tipo de evento. Se utiliza la siguiente clasificación:

Tipo	Evento
1	Interrupción
2	SAG
3	SWELL
4	NOTCHES
5	Transientes

Tabla 2.4: Tipos de eventos

- ▶ **duracion:** este campo se cambio a tipo float ya que los nuevos tipos transientes y notches tienen una duración menor a medio ciclo.
- ▶ **lugar:** es un campo entero para representar el tipo de usuario de la siguiente forma:

Lugar	Usuario
1000 < lugar < 2000	Residencial
2000 < lugar < 3000	UES
3000 < lugar < 4000	Comercial
4000 < lugar < 5000	Industrial

Tabla 2.4: Tipos de eventos

- vnom: Contiene el valor del voltaje nominal del lugar donde se realizo la medición.
- distri: Este campo contiene el identificador del Distribuidor de energía eléctrica en el lugar de medición.
- namel: Descripción del sitio de medición, ya sea por su nombre o dirección.

2) Tabla para datos PERIODICOS

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
n	int(11)		PRI	NULL	auto_increment
device	int(11)	YES		NULL	
valor	float	YES		NULL	
THD	float	YES		NULL	
FLICKER	float	YES		NULL	
V3arm	float	YES		NULL	
V5arm	float	YES		NULL	
V7arm	float	YES		NULL	
V9arm	float	YES		NULL	
V11arm	float	YES		NULL	
V13arm	float	YES		NULL	
reloj	datetime	YES		NULL	
lugar	int(11)	YES		NULL	
vnom	float	YES		NULL	
vtype	int(11)	YES		NULL	
distri	char(1)	YES		NULL	
namel	varchar(20)	YES		NULL	

Tabla 2.6 Nombre y tipos de los campos de la tabla PERIODICS. (Ver también Tabla A1. de anexos).

Descripción de campos de la tabla PERIODICS que han sido agregados o modificados.

- THD: Contiene el valor de la distorsión armónica total promedio registrada en un periodo de medición (10 minutos).
- FLICKER: Contiene el valor de la medición de FLICKER pst en un periodo de medición (10 minutos).
- V3arm-V13arm: Contienen los valores de voltaje de las armónicas impares de voltaje a partir de la tercera hasta la treceava respectivamente.
- Los otros campos contienen información similar a la de los campos del mismo nombre en la tabla de Eventos.

Para representación y análisis de los datos, se incluyen en los gráficos las normas internacionales reconocidas, y normas locales que se detallan a continuación.

2.2 Normas Utilizadas para Analizar los datos medidos.

Para analizar los datos medidos se han utilizado normas reconocidas de la IEEE, ANSI y normas locales, implementadas por SIGET el presente año. Esto para hacer una comparación de ambas normas.

2.2.1 Regulación de Voltaje: Para este parámetro de calidad de energía se Utiliza la norma ANSI C84.1 [2] y la norma de la SIGET para Regulación de Voltaje. [9]

Norma ANSI C84.1

Esta norma define en dos Rangos de tensión para Regulación de Voltaje. Estos son: Rango A y Rango B.

Limites Admisibles según SIGET:

La SIGET ha establecido en el Acuerdo 20 los niveles de tensión para Regulación de Voltaje. Para Servicio Urbano los niveles son $\pm 7\%$ del voltaje nominal

2.2.2 Eventos de corta duración y de estado estable:

Para analizar este tipo de eventos, se ha adoptado la clasificación de acuerdo al estándar IEEE 1159-1995 y la curva ITIC [4] (CBEMA). SIGET no ha emitido opinión de estos eventos

2.2.3 Armónicos de Estado Estable:

Para estos parámetros se utilizan las normas IEEE 519-1992 y la Normativa impuesta por SIGET para armónicos de estado estable. [2,9]

Los armónicos de interés son: 3ra, 5ta, 7ma, 9na, 11va, 13va armónicas y el THD

2.2.4 Desbalance de Voltaje (Sistemas trifásicos):

Para este parámetro se ha utilizado la definición IEEE[2] y las Normas ANSI C84.1 y IEC

2.3 Aplicaciones Desarrolladas para Analizar los Datos.

Para desarrollar la mayoría de aplicaciones de análisis, tomamos como base las aplicaciones desarrolladas para el medidor de diseño local [4], modificándolas de acuerdo a las normas mencionadas en el apartado anterior. Además se han creado aplicaciones para los demás fenómenos en estudio.

2.3.1 Aplicaciones base son las siguientes:

Aplicaciones	Modificaciones
Aplicación para regulación de voltaje	<ul style="list-style-type: none">- Evalúa los Datos según normativa de SIGET- Se modifico para aceptar voltajes nominales de 240 y 480 V.- Distingue entre los tipos de Voltaje (Servicio y Utilización) según Norma ANSI C84.1- Se agrego una tabla resumen cuantificando los porcentajes fuera de los límites presentados en los gráficos.- Se pueden graficar las 3 fases o una sola fase para sistemas trifásicos.
Aplicación de Eventos: Grafico ITIC y Tabla de Eventos	<ul style="list-style-type: none">-Se pueden graficar los eventos de las 3 o solo una fase para sistemas trifásicos.-Se agrego una tabla resumen cuantificando los eventos dentro y fuera de los límites permitidos en el diagrama ITIC y la clasificación de SIGET.-Para la Tabla de Eventos; se agrego el manejo de Notches y Transientes.-Acepta voltajes nominales de 240 V.

Tabla 2.7: Lista y descripción de aplicaciones base

2.3.2 Aplicaciones desarrolladas

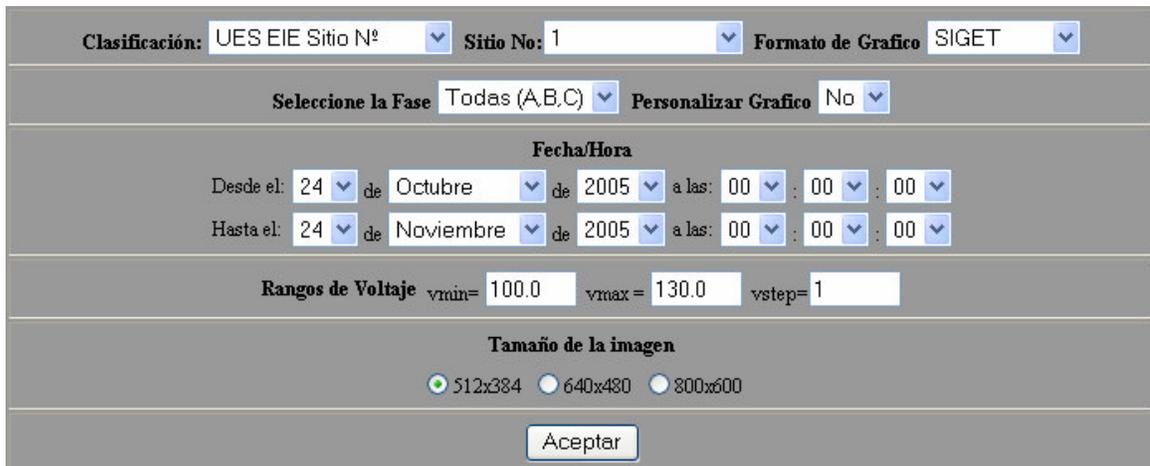
Aplicaciones	Funciones
<p align="center">Aplicación distorsión Armónica</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Evalúa los límites para el THD, y armónicas impares de la 3 a la 13 con las normas de SIGET y la recomendación IEEE 519 -Incluye tablas de resumen de porcentajes fuera de los límites. - Se pueden graficar las 3 fases o una sola fase para sistemas trifásicos.
<p align="center">Aplicación de Desbalance de Voltaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Grafica el desbalance de cada sitio con la definición de IEEE y evalúa las normas ANSI C84.1 e IEC.
<p align="center">Aplicación de Densidad y Acumulativa de SAGS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Presenta tablas y gráficos 3D de densidad de SAGS y acumulación de SAGS por rango de magnitud y duración. - Se pueden graficar las 3 fases o una sola fase para sistemas trifásicos.
<p align="center">Aplicación de distribución de Interrupciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Grafica la distribución del número de las interrupciones en porcentaje según su duración - Se pueden graficar las 3 fases o una sola fase para sistemas trifásicos.
<p align="center">Aplicación para Visualizar Transientes y Notches</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Permite visualizar en un grafico de magnitud de voltaje normalizado contra duración los transientes de voltaje. -incluye tabla resumen del número de eventos según las áreas de tolerancia del grafico ITIC, la Normativa SIGET, y numero de Transientes y Notches según la recomendación IEEE 1159

Tabla 2.8: Lista y descripción de aplicaciones desarrolladas

A diferencia de las aplicaciones originales del medidor de diseño local [4], ahora todas las aplicaciones obtienen la fecha de inicio y fin de medición en el sitio seleccionado a partir de una consulta a la base de datos lo que simplifica el uso de las aplicaciones de análisis, aún que siempre es posible personalizar la escala y el rango de fechas para análisis detallado de los datos.

2.4 Manual de Uso de las Aplicaciones de Análisis.

Todas las aplicaciones de análisis desarrolladas con JSP seleccionan los sitios, las normas a utilizar y el fenómeno mediante la selección de campos de una forma. A continuación se resumen los campos de las formas de las paginas JSP.



El formulario de configuración y selección de sitio está dividido en varias secciones:

- Clasificación:** UES EIE Sitio N° (seleccionado), Sitio No: 1 (seleccionado), Formato de Grafico: SIGET (seleccionado).
- Selección de Fase:** Todas (A,B,C) (seleccionado), Personalizar Grafico: No (seleccionado).
- Fecha/Hora:** Desde el: 24 de Octubre de 2005 a las: 00:00:00; Hasta el: 24 de Noviembre de 2005 a las: 00:00:00.
- Rangos de Voltaje:** $v_{min} = 100.0$, $v_{max} = 130.0$, $v_{step} = 1$.
- Tamaño de la imagen:** 512x384 (seleccionado), 640x480, 800x600.
- Botón:** Aceptar.

Figura2.3: Forma de Configuración y Selección de sitio

Los primeros cuatro campos son consultados para determinar el sitio de medición específico, Norma a utilizar y fase (en el caso de usuarios residenciales monofásicos este campo es invalidado y no aplica).

Si la opción de personalizar el grafico se encuentra en “No” los campos situados por debajo de este no son tomados en cuenta, la fecha y la escala del eje X son seleccionadas automáticamente a partir de la base de datos.

De lo contrario hay que llenar los campos de fecha y hora de tal manera que los datos de interés se encuentren comprendidos en el intervalo seleccionado y que el rango de la escala nos permita visualizar los resultados del análisis

Todo cambio en la forma será aplicado al pulsar el botón de Aceptar.

Las formas para regulación armónica, Diagrama ITIC, tabla de Clasificación de eventos, etc. Tienen básicamente el mismo funcionamiento con la adición de campos para la selección del orden de la armónica

2.5 Algunas configuraciones importantes.

La totalidad de las aplicaciones desarrolladas y utilizadas para el estudio funcionan en el sistema operativo Windows 98/XP, la razón de preferir estos sistemas operativos a otro como Linux radica principalmente en que el software de comunicación del RPM FLUKE 1650 y SCENARIO que utilizamos para generar los datos en archivos .txt funcionan únicamente en Windows [para detalle de modificaciones consultar soporte técnico del RPM 1650], por lo tanto son importantes las siguientes recomendaciones:

- ▶ Se recomienda que la carpeta de instalación del servidor y cliente MySQL sea ***C:\MySQL***.
- ▶ Debe modificarse la variable de entorno PATH agregando la ruta ***C:\MySQL\bin*** que es la carpeta en la cual, están todos los comando utilizados
- ▶ Debe asegurarse que el servidor de MySQL este levantado y funcionando correctamente, sino lo esta entonces correr el comando ***mysqld***.
- ▶ Debe instalarse cygwin; porque el programa TCL/TK necesita de los intérpretes que vienen incluidos en esta aplicación.
- ▶ Antes de ejecutar la aplicación, asegúrese que el servidor TOMCAT este levantado y funcionando correctamente.
- ▶ Debe asegurarse de copiar la carpeta ***UESpowerquality*** en la carpeta ***webapps*** que se encuentra en la carpeta de instalación de TOMCAT.

Si va a trabajar en WINDOWS XP, se recomienda que instale MySQL y TOMCAT como servicio; de esta forma solo se preocupa por incluir la ruta de los comandos MySQL y de cygwin.

Capítulo 3

3.1 Ejemplo de Aplicación de las Herramientas de análisis

En este capítulo se muestra el uso de las herramientas desarrolladas, para analizar los datos del estudio de calidad de energía en la Universidad de El Salvador.

Para todos los sitios del estudio, se tomaron las sugerencias del acuerdo 20 establecidos por SIGET, con respecto a la configuración del nodo de medición. Es decir:

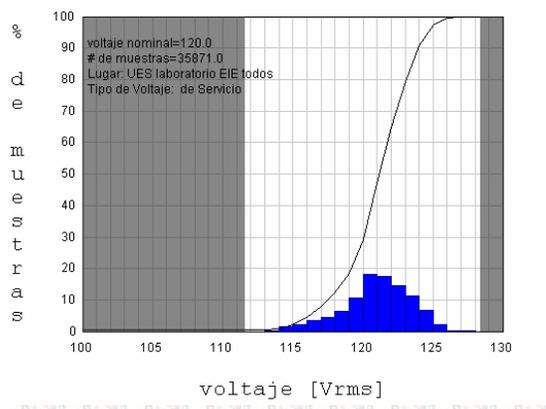
- ▶ Las lecturas periódicas se Toman cada 10 minutos
- ▶ El periodo de medición es de dos semanas como mínimo.

En este ejemplo se presentan los resultados totales de las seis mediciones realizadas en el Laboratorio Escuela de ingeniería Eléctrica de la FIA en la Universidad de El Salvador.

3.1.1 Regulación de Voltaje

3.1.1.1 Análisis de Resultados Según SIGET

Gráfico de regulación de voltaje



(a)

ANALISIS DE RESULTADOS		
Norma Utilizada: SIGET		
Medicion Realizada		
Desde: 2005-03-29 18:08:22		
Hasta: 2005-10-12 18:49:08		
Distribuidor B		
%Sobre Rango	%Abajo de Rango	%Aceptable
0	0.42	99.58

(b)

Figura 3.1: Aplicación para análisis de Regulación de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. magnitud de voltaje. (Norma SIGET). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del gráfico.

Del gráfico de Regulación aplicando la norma establecida por SIGET; vemos que la mayoría de las muestras caen dentro del rango establecido por SIGET y solo un 0.39% de las muestras están debajo de los límites.

3.1.1.2 Análisis de Resultados según Norma ANSI C84.1

Grafico de regulación de voltaje

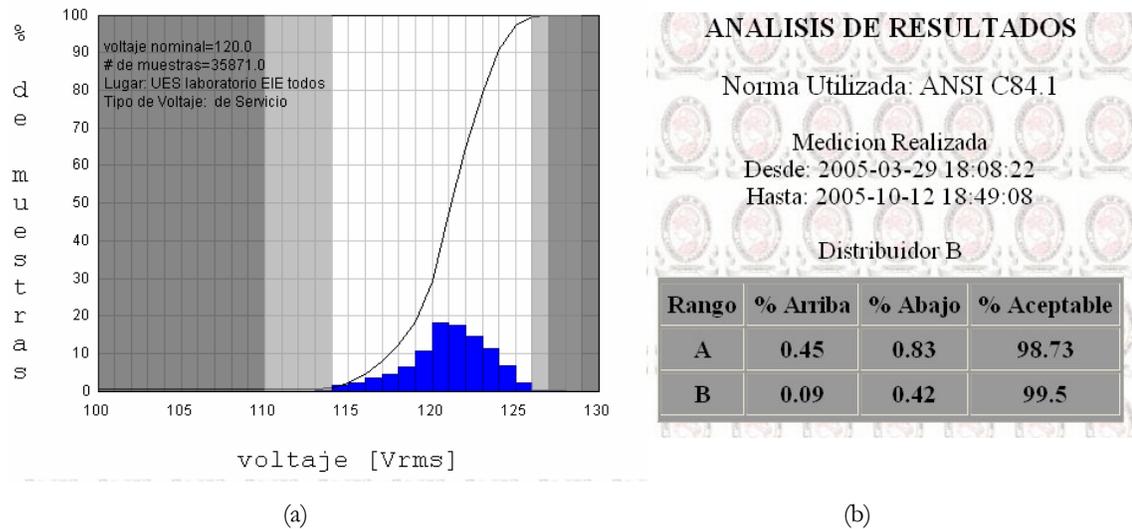


Figura 3.2: Aplicación para análisis de Regulación de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. magnitud de voltaje. (Norma ANSI C84.1). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del grafico.

La norma ANSI C84.1 Muestra que existe un 1.28% de las muestras fuera del rango de voltaje deseable (Rango A) y existe un 0.51% de muestras fuera del rango B (Rango de voltaje aceptable). Esto quiere decir que un 0.77% de las muestras están dentro del rango B y que están fuera del Rango A.

3.1.2 Distorsión Armónica de Voltaje.

Para efectos de ejemplificar las aplicaciones de análisis de las armónicas se incluye a continuación el análisis para todos los datos registrados a la fecha en la UES. FIA. EIE. Para THD, tercera y quinta armónica.

3.1.2.1 Análisis de THD según SIGET:

Histograma THD

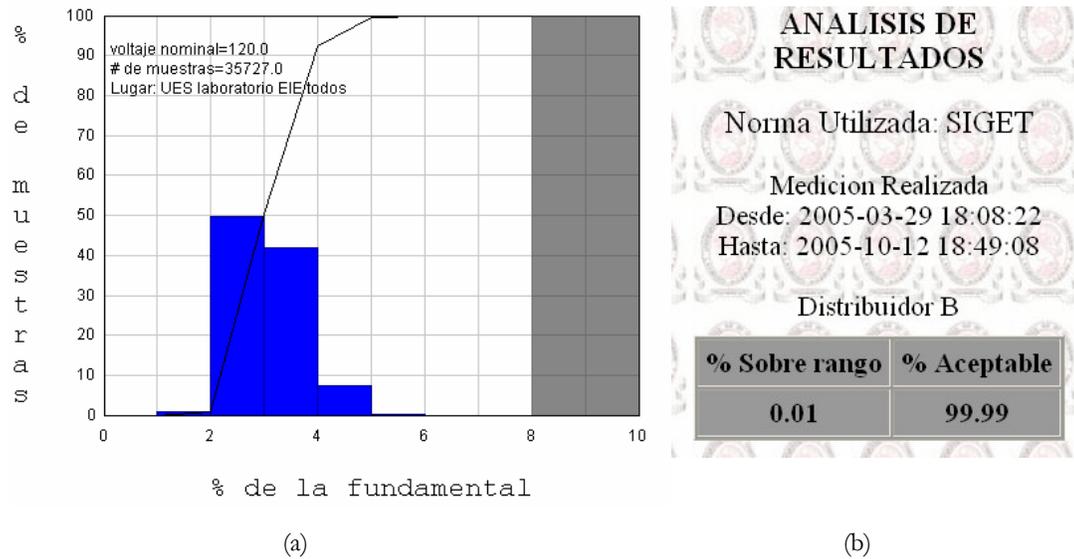


Figura 3.3: Aplicación para análisis de THD de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. % de la fundamental de voltaje. (Norma SIGET). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del grafico.

La norma de SIGET establece que para distorsión armónica total; el límite admisible es del 8%. De la grafica vemos claramente que todas las mediciones realizadas para este parámetro cumplen con lo establecido por SIGET; y la tabla muestra que solamente un 0.01% de las muestras es mayor al 8%.

3.1.2.2 Análisis de THD según IEEE 519 - 1995:

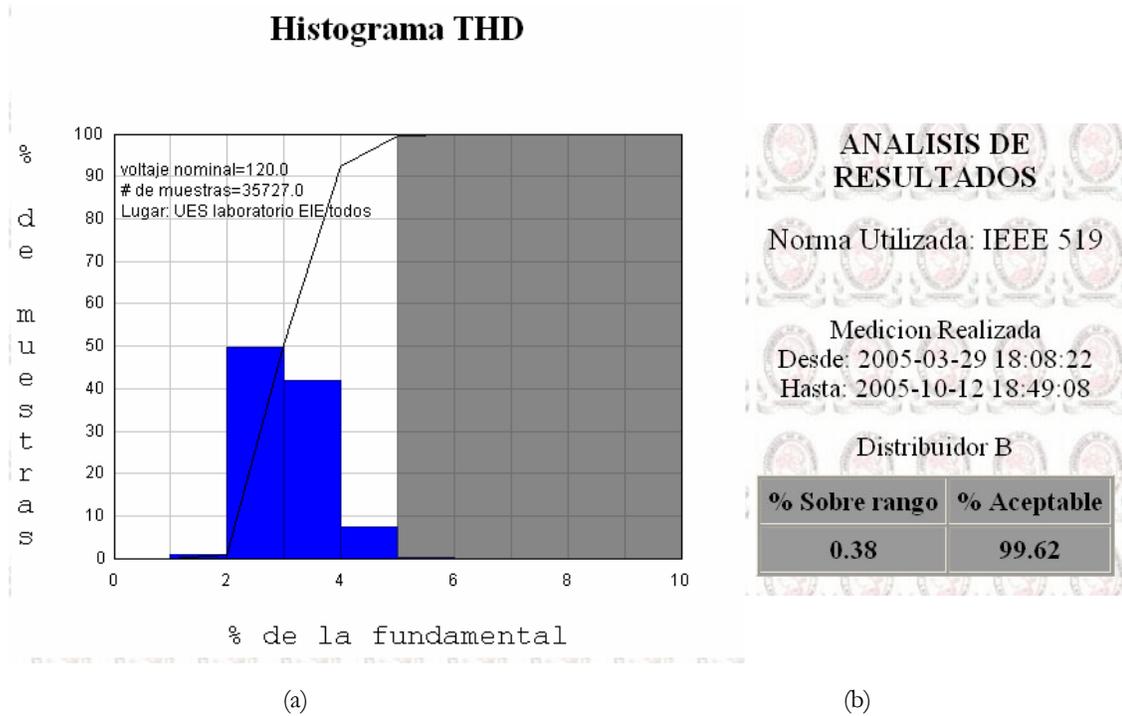


Figura 3.4: Aplicación para análisis de THD de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. % de la fundamental de voltaje. (Norma IEEE 519). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del grafico

La norma IEEE 519-1995 establece un límite admisible de THD de 5% que en el grafico se muestra como el límite entre las áreas de color blanco y Oscuro.

Del grafico se aprecia que un pequeño porcentaje esta sobre el limite establecido por IEEE; y de la tabla vemos el porcentaje de muestras sobre el rango es 0.38%.

3.1.2.3 Análisis de TDI de tercera armónica según SIGET.

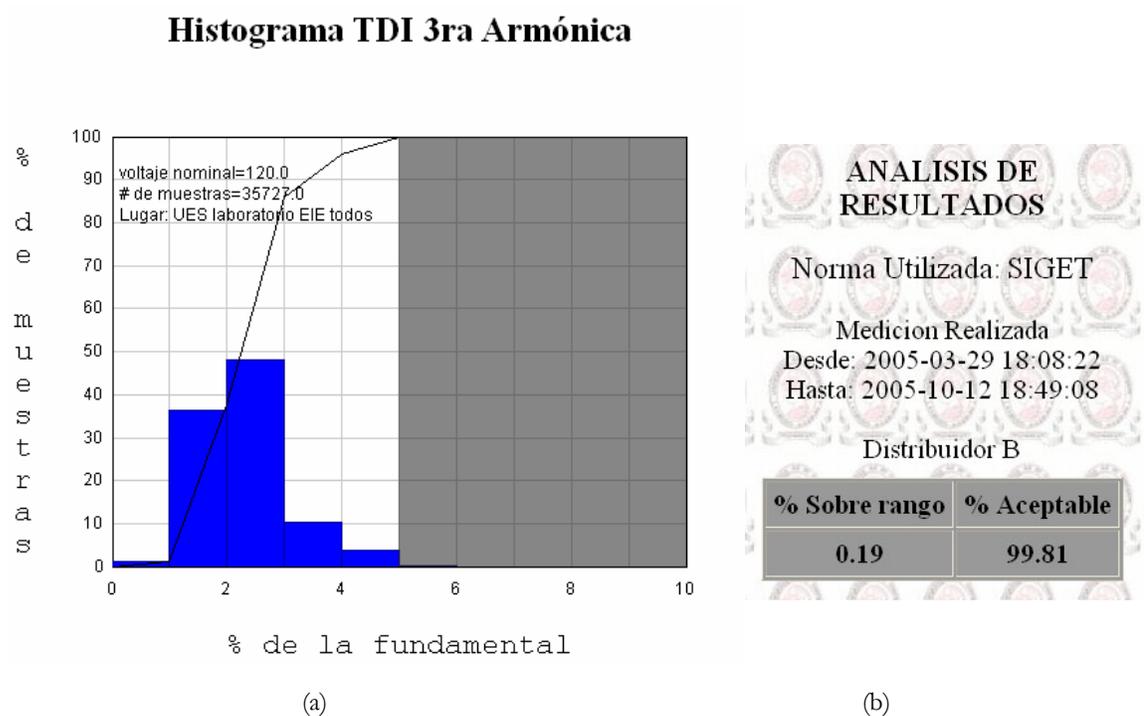


Figura 3.5: Aplicación para análisis de TDI de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. % de la fundamental de voltaje. (Norma SIGET). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del grafico

SIGET establece que el límite máximo para la tercera armónica debe ser 5% de la magnitud de la fundamental, de forma similar a los gráficos anteriores este limite se muestra como el limite entre las áreas de color blanco y oscuro.

Del grafico se aprecia que la casi todas las muestras están dentro del rango sugerido por SIGET mientras que de la tabla se observa que solo un 0.19% de los datos no cumple con lo establecido por SIGET.

3.1.2.4 Análisis de TDI de tercera armónica según IEEE 519

Histograma TDI 3ra Armónica

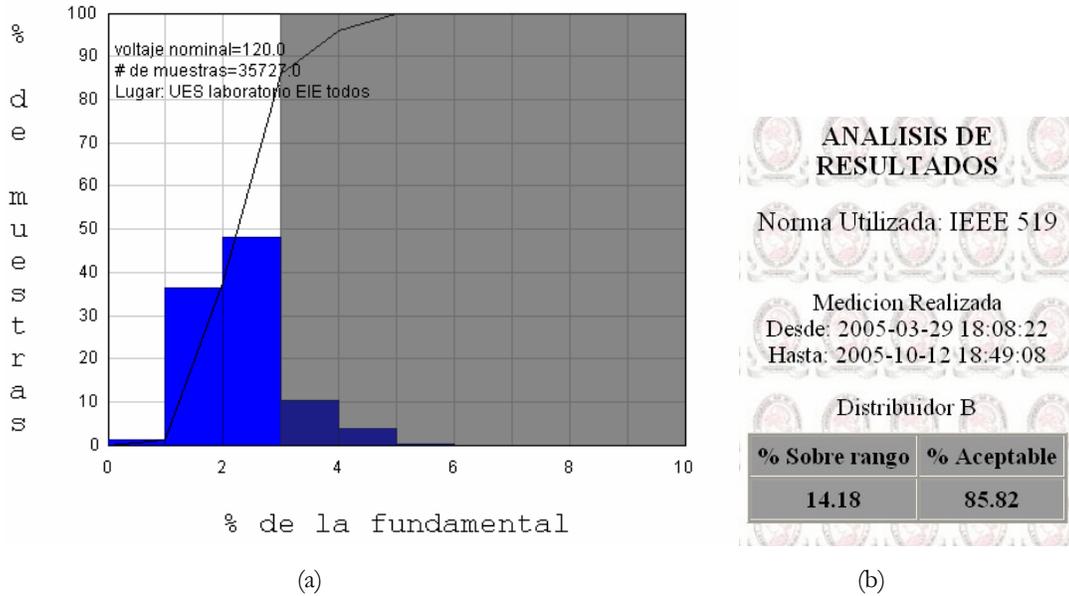


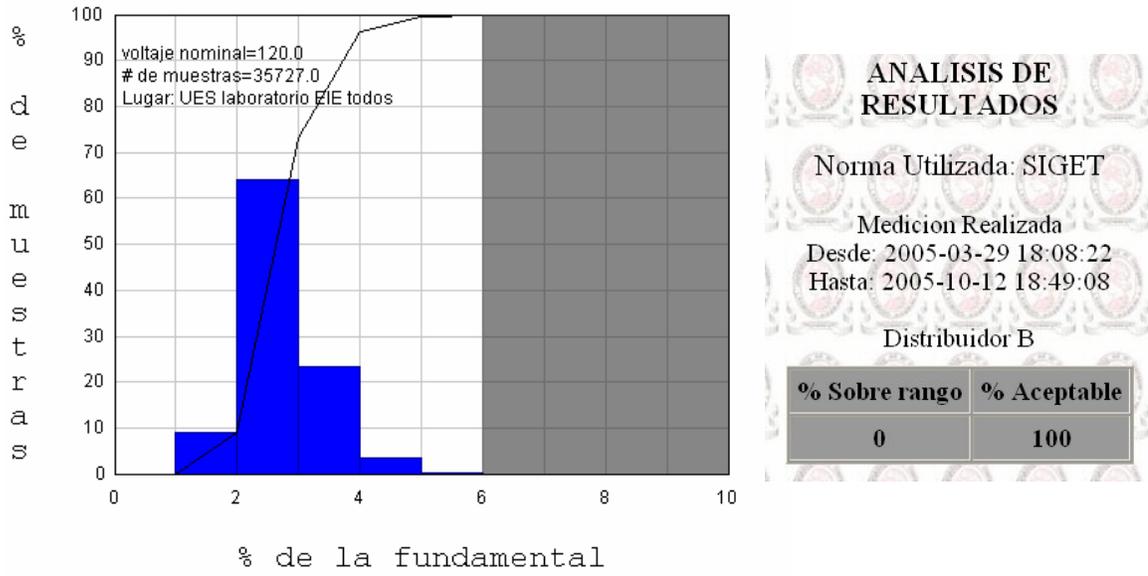
Figura 3.6: Aplicación para análisis de TDI de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. % de la fundamental de voltaje. (Norma IEEE 519). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del grafico

La norma IEEE 519-1995 establece que para armónicas individuales, el porcentaje máximo recomendado es del 3%.

Del grafico vemos que existe un gran porcentaje que sobrepasa este limite; y vemos de la tabla que un 14.18% de las muestras sobrepasan el limite recomendado por la norma sugerida por IEEE

3.1.2.5 Análisis de TDI de quinta armónica según SIGET.

Histograma TDI 5ta Armónica



(a)

(b)

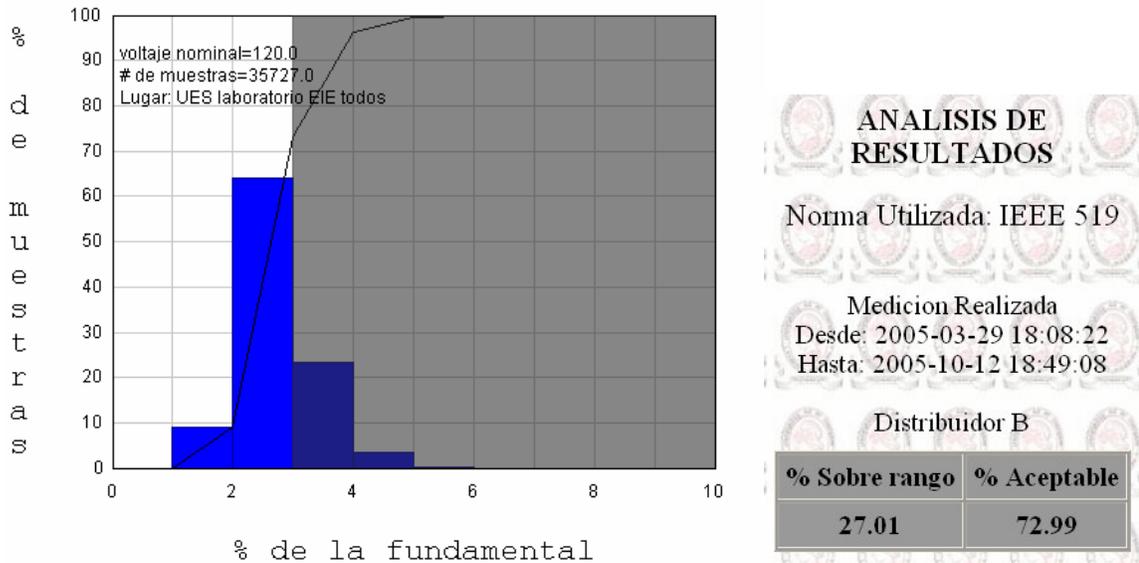
Figura 3.7: Aplicación para análisis de TDI de Voltaje. (a) Histograma de %muestras vs. % de la fundamental de voltaje. (Norma SIGET). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del grafico

SIGET establece que para la 5ta armónica el límite máximo permitido es de 6%.

Del grafico y de la tabla vemos que el 100% de los datos cumplen con esta Norma.

3.1.2.6 Análisis de TDI de quinta armónica según IEEE 519-1995.

Histograma TDI 5ta Armónica



(a)

(b)

Figura 3.8: Aplicación para análisis de TDI de Voltaje. (a) Histograma de *%muestras vs. % de la fundamental de voltaje*. (Norma IEEE 519). (b) Tabla resumen de los porcentajes de muestras en las diferentes áreas del gráfico

La norma IEEE 519-1995 establece que para armónicas individuales, el porcentaje máximo recomendado es del 3%.

Del gráfico vemos que existe un gran porcentaje que sobrepasa este límite; y vemos de la tabla que un 27.01% de las muestras sobrepasan el límite recomendado por la Norma.

3.1.3 Desbalance de Voltaje.

Para calcular el desbalance de voltaje se utilizo la definición recomendada por IEEE, que es una aproximación de la definición verdadera que para los fines del estudio es aceptable.

Los límites mostrados en la grafica son los siguientes: la norma ANSI C84.1 recomienda un límite máximo de 3% de desbalance y la IEC recomienda que el desbalance máximo sea de 2%.

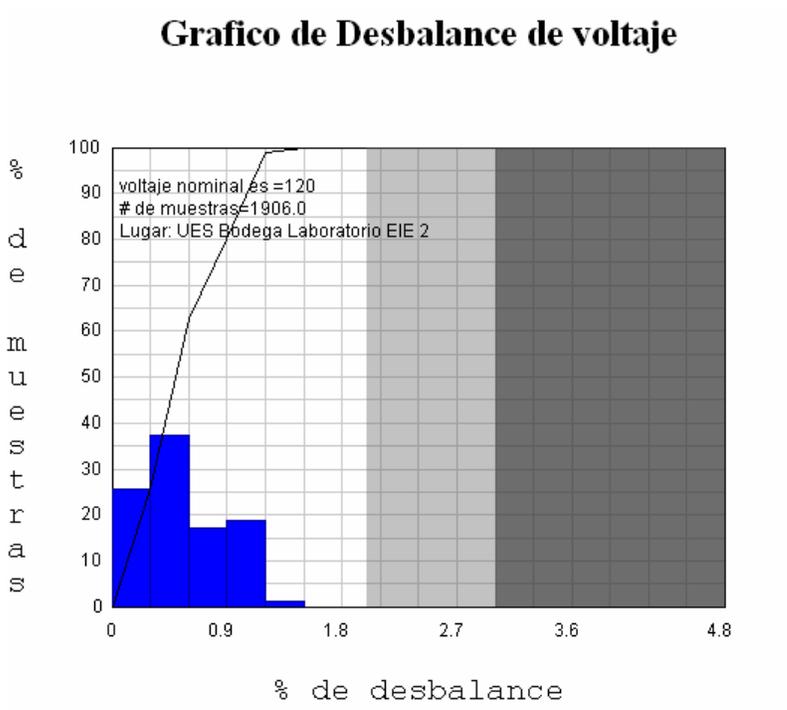


Figura 3.9: Aplicación para análisis de Desbalance de Voltaje. Histograma de %muestras vs. % de desbalance de voltaje. (Normas graficadas: IEEE 519 y ANSI C84.1).

De las mediciones realizadas en el sitio ejemplo, esta gráfica tiene el nivel mas alto de desbalance, podemos notar que el 100% de los datos medidos de desbalance son menores al 2% (limite recomendado por la IEC), y al 3% (limite recomendado por la ANSI C84.1).

3.1.4 Análisis de Eventos.

Las graficas de las aplicaciones mostradas en este apartado incluyen todos los eventos de voltaje registrados en cada fase de un sistema trifásico.

3.1.4.1 Gráficos de visualización de eventos.

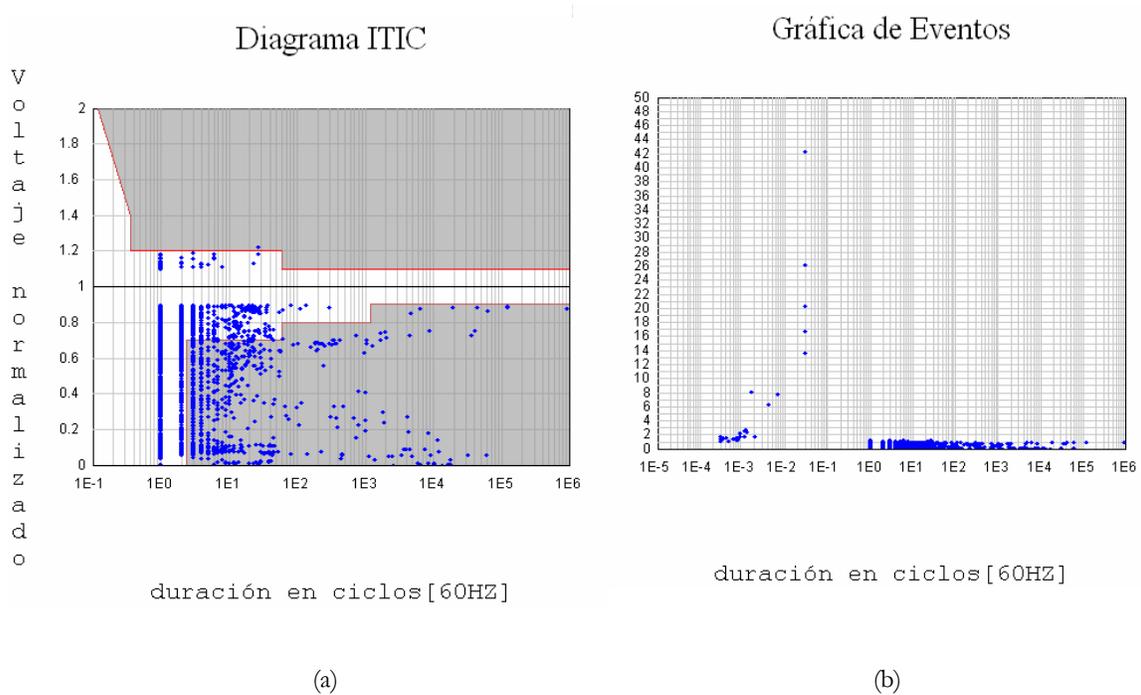


Figura 3.10: Aplicación para Visualización de eventos de Voltaje. (a) Grafica de *Magnitud de voltaje normalizado vs. duración del evento en ciclos.* (Diagrama ITIC). (b) Grafico Generalizado de *Magnitud de voltaje normalizado vs. duración del evento en ciclos.* Que incluye eventos de duración menor a medio ciclo (Transientes).

En el grafico 3.10a, se representan los eventos ocurridos durante el estudio según su magnitud y duración como un punto en la grafica, y se puede apreciar que la gran mayoría de estos eventos son SAG

En el grafico 3.10b se incluyen además los eventos cuyo orden de magnitud esta por arriba del 200% del voltaje nominal y su orden de duración es menor a medio ciclo.(Transientes) De la grafica podemos ver que hubo un evento de 42 veces el voltaje nominal es decir de magnitud

mayor de 5000 Voltios. También se puede apreciar que los transientes ocurridos son sobrevoltaje o SURGES.

3.1.4.2 Tablas Resumen de eventos.

RESUMEN DE EVENTOS

Medición Realizada
Desde: 2005-03-29 18:10:24
Hasta: 2005-10-12 18:00:05

Distribuidor B

Eventos	Fuera de Region de Tolerancia Permitida	Dentro de Region de Tolerancia Permitida
Interrupciones	224	197
SAGS	575	1391
SWELLS	1	42

(a)

RESUMEN DE EVENTOS

Análisis según SIGET

Nº de Interrupciones Sostenidas duración > 3 minutos	Tiempo total de Interrupcion en horas durante la medición
14	7.55

(b)

Análisis según IEEE 1159-1995

Nº de Transientes (Sobre voltaje duración < 1/2 ciclo)	Nº de Notch (Bajo voltaje duración < 1/2 ciclo)
83	0

(c)

Figura 3.11 Resumen de eventos generados en las aplicaciones de visualización de eventos.

(a) Número de eventos dentro y fuera de las áreas señaladas en el grafico ITIC. (b) Contabilización de eventos (solo interrupciones mayores a 3 minutos) según la Norma SIGET. (c) contabilización de transientes mostrados en la grafica 3.10b

Los resultados mostrados en la figura 3.11 nos ayudan a cuantificar los eventos mostrados en el diagrama ITIC [4] y diagrama general de Eventos según su ocurrencia, magnitud y duración, que en la grafica 3.10 son muy difíciles de determinar.

De la figura 3.11a vemos que solamente hubo un SWELL que se clasifica en la región prohibida, 575 SAGS y 224 Interrupciones que se clasifican en la región de bajo voltaje fuera de la región de tolerancia (eventos menores al 90% de voltaje nominal). Los demás eventos ocurrieron dentro de la región de tolerancia.

La figura 3.11b cuantifica 14 interrupciones mayores de 3 minutos. Que son las únicas de interés para la normativa de SIGET de ese gran “enjambre” de eventos.

La figura 3.11c cuantifica 83 SURGES de voltaje y ningún NOTCH.

3.1.4.3 Tabla de Densidad de SAGS [10]

Una tabla de densidad de SAGS cuantifica el número de SAGS en rangos de magnitud y duración. Cada elemento en la tabla da el número de eventos con magnitud y duración dentro de un cierto rango. Por ejemplo numero de SAGS con magnitud entre 40 y 50 % y duración entre 200 y 300ms.

La siguiente figura muestra la tabla de densidad de SAGS para el estudio realizado.

De esta tabla podemos ver que hubo 11 SAGS con una duración entre 200ms y 400ms.

En este análisis es de hacer notar que se incluyen a las interrupciones como SAGS de magnitud menor al 10% del voltaje nominal.

TABLA DE DENSIDAD DE SAGS

Magnitud	0-200ms	200ms-400ms	400ms-600ms	600ms-800ms	> 800ms
80-90%	408.0	56.0	14.0	1.0	21.0
70-80%	211.0	25.0	10.0	7.0	12.0
60-70%	221.0	31.0	5.0	3.0	27.0
50-60%	168.0	11.0	7.0	2.0	4.0
40-50%	117.0	5.0	0.0	0.0	2.0
30-40%	221.0	5.0	2.0	3.0	5.0
20-30%	95.0	2.0	0.0	1.0	31.0
10-20%	215.0	4.0	3.0	6.0	5.0
0-10%	329.0	11.0	11.0	25.0	44.0

Figura 3.12: Tabla de densidad de SAGS

Por lo general estas tablas de datos son representadas mediante un grafico de barra y la utilidad principal de esta tabla, es que en base a ella se puede calcular la tabla acumulativa de SAGS.

En el grafico de densidad de SAGS [10] cada barra es proporcional al número de SAGS en el correspondiente rango. A partir del grafico de barras se obtiene más fácil una impresión de la distribución característica de SAGS.

Para el estudio: la grafica muestra que la gran mayoría de SAGS esta en el rango de 0 a 200ms.

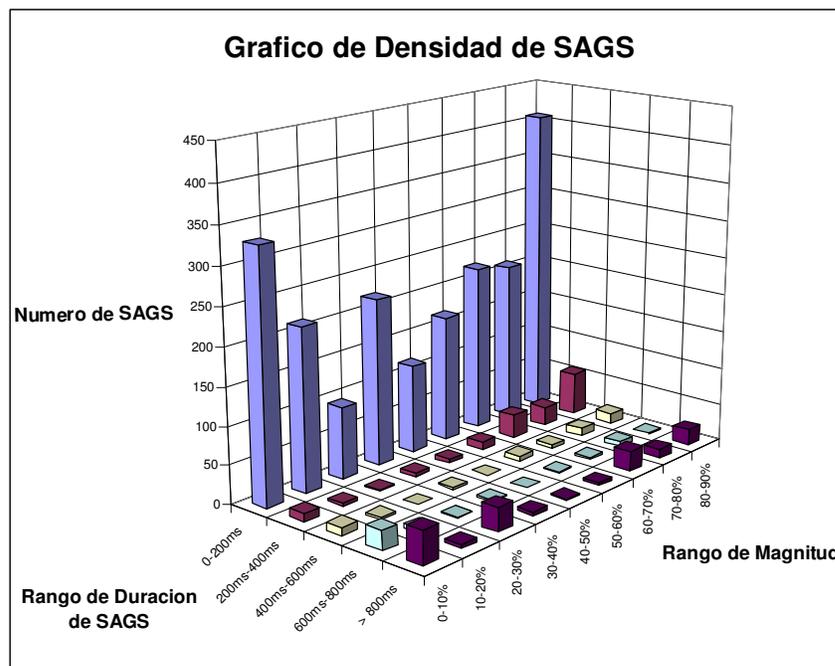


Figura 3.13: Grafico de Barras de Densidad de SAGS

3.1.4.4 Tabla Acumulativa de SAGS [10]

Es de más utilidad para los consumidores el número de veces que un equipo fallara debido a un SAG que el número de SAGS mismo. Es por eso que tiene sentido mostrar el número de SAGS que son peores que los de una magnitud y duración dada.

La tabla se calcula con el siguiente algoritmo:

$$F_{MD} = \sum_{m=0}^M \sum_{d=D}^{d \max} fmd$$

El Elemento MD de la tabla acumulativa de SAGS es definido como sigue:

f_{MD} = Elemento md de la tabla de densidad: numero de SAGS en el rango de duración d y rango de magnitud m .

F_{MD} = Elemento MD de la tabla acumulativa: numero de SAGS con duración mayor que D y magnitud menor que M .

Las duraciones son desde el valor de duración d hasta la duración máxima, porque un SAG de mayor duración es más severo; y las magnitudes son sumadas desde cero hasta el valor de magnitud M , porque una magnitud menor indica un SAG más severo.

De la tabla acumulativa de SAGS se puede ver que durante el estudio el valor del voltaje a caído por debajo del 50% para duraciones mayores a 200ms, 165 veces. Es decir; que si los equipos solo pueden tolerar 1 SAG por debajo de 50% y de más de 200ms de duración; los equipos fallaran 165 veces en el periodo de medición.

TABLA ACUMULATIVA DE SAGS

Magnitud	0	200ms	400ms	600ms	800ms
90%	2386.0	401.0	251.0	199.0	151.0
80%	1886.0	309.0	215.0	177.0	130.0
70%	1621.0	255.0	186.0	158.0	118.0
60%	1334.0	189.0	151.0	128.0	91.0
50%	1142.0	165.0	138.0	122.0	87.0
40%	1018.0	158.0	136.0	120.0	85.0
30%	782.0	143.0	126.0	112.0	80.0
20%	653.0	109.0	94.0	80.0	49.0
10%	420.0	91.0	80.0	69.0	44.0

Figura 3.14: Tabla Acumulativa de SAGS

La tabla acumulativa de SAGS puede representarse en un grafico de Barras de SAGS de Voltaje. Como es de esperarse, y puede verse en el grafico, los SAGS mas perjudiciales están en el rango de 10% de magnitud y mayores de 800ms. Esto es una consecuencia directa de la definición de la magnitud de los SAG: una menor magnitud indica un SAG más severo. Para el estudio, se ve que el número de SAGS más severos fue de 44.

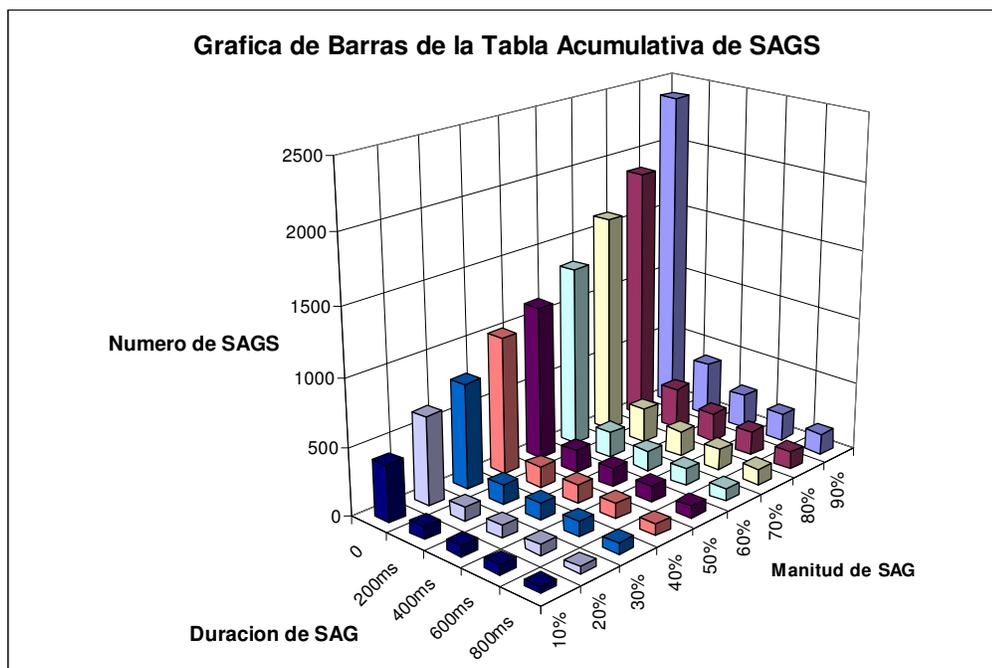


Figura 3.15: Grafico de Barras generado con la tabla acumulativa de SAGS

3.1.4.5 Grafico de contorno de función de SAG acumulativo [10]

El grafico de Contorno es recomendado como un “Grafico de Coordinación de SAGS de Voltaje [10]” en el Estándar IEEE 493 y en IEEE 1346. En un estudio que incluya el estudio realizado con la tabla acumulativa; el diagrama de contorno generado a partir de la tabla, se combina con las curvas de tolerancia de voltaje de los equipos para estimar el número de veces que el equipo fallara debido a los SAGS.

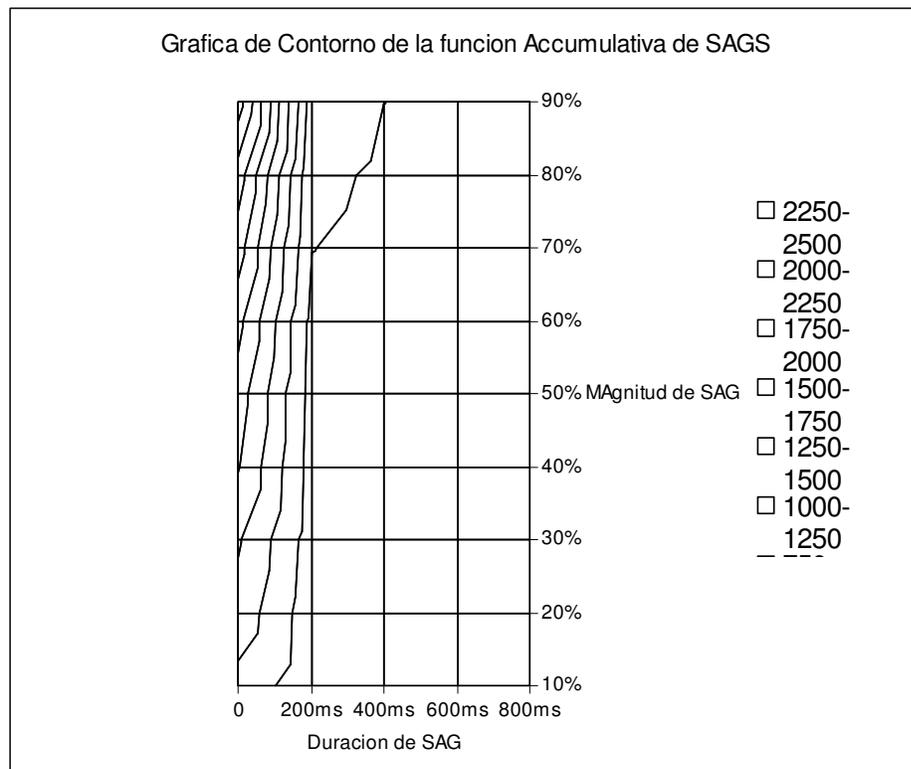


Figura 3.16: Grafico de contorno de la función acumulativa de SAGS

3.1.4.6 Distribución de Interrupciones [10]

La grafica de distribución de interrupciones, clasifican la frecuencia de interrupciones en minutos. Vemos del grafico que cerca del 90% de las interrupciones duran entre 0 y 1 minuto. Y alrededor de 10% de las interrupciones, son mayores de 1 minuto.



Figura 3.17: Grafico de distribución de Interrupciones.

Conclusiones

- ✚ Que se han alcanzado los resultados esperados, planteados en el perfil del trabajo de graduación, ya que las aplicaciones desarrolladas presentan: Reportes de numero de eventos de estado estable (Gráficos y Tablas) incluyendo: Armónicas, Voltaje RMS, Desbalance de Voltaje (Sistemas trifásicos), interrupciones de larga duración, frecuencia, etc. Y además clasifican los resultados con las normas ANSI/IEEE [2,11] y de acuerdo a la Norma SIGET [9]
- ✚ Se han alcanzado los resultados esperados con respecto a eventos de corta duración (sags, swell, transientes) interrupciones de corta duración, etc. Ya que las herramientas desarrolladas, reportan el numero de eventos y los clasifican de acuerdo a normas ANSI/IEEE [12, 13] y por la Normativa SIGET [9]
- ✚ En estudios de calidad eléctrica, se pone en evidencia la necesidad de utilizar bases de datos, para administrarlos; y se concluye que MySQL es suficiente herramienta y más, para llevar a cabo esta tarea porque es compatible con los lenguajes de programación utilizados para desarrollar las herramienta de análisis (JSP y SERVLETS de Java).
- ✚ Las Aplicaciones desarrolladas para analizar los datos recopilados, han aportado mas información útil, a la investigación de la Universidad de El Salvador sobre Calidad Eléctrica; que las aplicaciones propias del Instrumento RPM FLUKE, Esto porque evalúan los datos de acuerdo a normas nacionales e internacionales.
- ✚ Las Herramientas de análisis desarrolladas permiten evaluar el desempeño de la Normativa establecida por SIGET con respecto a Normas Internacionales, permitiendo así que el investigador genere sus propias conclusiones a partir de los gráficos.

Recomendaciones

A continuación se presentan algunas recomendaciones para mejorar el desempeño de las aplicaciones de análisis desarrolladas.

Manejo de datos.

El manejo de datos consiste en la manipulación de los datos obtenidos de los medidores para poder incluirlos en las tablas de MySQL desarrolladas para este proyecto.

Las siguientes son algunas recomendaciones para incluir más información de los sitios en la base de datos.

- ✚ Cambiar el tipo de la variable “distri” de “CHAR” a “VARCHAR” (Esta variable es un campo en las tablas PERIODICS y EVENTS de MySQL). Para que esta pueda almacenar nombres completos de los distribuidores según lo decidan los investigadores.
- ✚ Cambiar los “radiobutton” que seleccionan el distribuidor en la aplicación TCL, por un “input” para que se acepte cadenas de caracteres y así asignarlas a la variable “distri”.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1]. IEEE. Gold Book
- [2]. Elaboración de una metodología para normalización de los estudios de calidad eléctrica. Tesis de Escuela de Ingeniería Eléctrica, FIA, UES
- [3]. Manual de referencia del RPM FLUKE 1650
- [4]. Diseño de un nodo de medición de la calidad eléctrica: Parte 1, Tesis de Escuela de Ingeniería Eléctrica, FIA, UES. Angulo Díaz, Jorge Alberto 2005
- [5]. SCENARIO Online Help
- [6]. Como Programar en C/C++ Deitel, H. M y Deitel, P. J. Prentice Hall, 2ª Edición
- [7]. Tutorial de TCL/TK Universidad de Oviedo. <http://www.scriptics.com/>
- [8]. MySQL Reference Manual for version 4.1.7
- [9]. Acuerdo N° 192-E-2004 Normativa de SIGET
- [10] Understanding Power Quality Problems, Bollen. IEEE Press Editorial Board..
- [11] IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems. IEEE Std 519-1992. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York.
- [12] IEEE Recommended Practice on Monitoring Electrical Power Quality. IEEE Std 1159-1995, The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York.
- [13] IEEE Recommended Practice on Surge Voltages in Low Voltage AC power Circuits. ANSI/IEEE Std C62.41-1991. The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., New York.

ANEXOS

NULL	21	118.293	3.600	2.646	3.021	2.849	0.086	0.518	0.173	0.173	2005/03/29 18:08:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	118.660	3.630	2.651	3.021	2.935	0.086	0.518	0.173	0.173	2005/03/29 18:18:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	118.904	3.580	6.403	2.935	2.935	0.086	0.518	0.173	0.173	2005/03/29 18:28:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.026	3.560	2.548	2.849	3.021	0.086	0.518	0.173	0.173	2005/03/29 18:38:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.514	3.510	2.364	2.849	2.935	0.086	0.604	0.173	0.173	2005/03/29 18:48:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.392	3.500	2.459	2.762	2.935	0.086	0.604	0.173	0.173	2005/03/29 18:58:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.880	3.500	2.386	2.762	3.021	0.173	0.691	0.173	0.173	2005/03/29 19:08:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	120.369	3.560	2.883	2.676	3.194	0.086	0.691	0.173	0.086	2005/03/29 19:18:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	120.125	3.480	2.632	2.676	3.021	0.173	0.777	0.173	0.086	2005/03/29 19:28:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.514	3.390	2.378	2.676	2.849	0.259	0.863	0.173	0.086	2005/03/29 19:38:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.880	3.380	2.215	2.590	2.849	0.259	0.950	0.173	0.086	2005/03/29 19:48:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	120.247	3.400	2.523	2.590	2.849	0.259	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 19:58:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.636	3.450	2.600	2.676	2.849	0.259	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 20:08:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	118.782	3.480	2.445	2.676	2.849	0.345	0.950	0.173	0.086	2005/03/29 20:18:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.148	3.510	2.511	2.676	2.935	0.345	0.950	0.173	0.086	2005/03/29 20:28:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.392	3.560	2.833	2.762	3.021	0.345	0.950	0.173	0.086	2005/03/29 20:38:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.514	3.630	2.759	2.762	3.108	0.345	0.950	0.173	0.086	2005/03/29 20:48:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.758	3.600	2.657	2.762	3.021	0.345	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 20:58:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	120.125	3.660	2.659	2.762	3.108	0.259	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 21:08:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	120.491	3.710	2.557	2.762	3.194	0.259	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 21:18:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	120.613	3.790	2.745	2.849	3.367	0.259	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 21:28:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	121.101	3.770	2.890	2.762	3.367	0.345	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 21:38:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	121.345	3.760	2.968	2.762	3.367	0.345	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 21:48:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.148	3.620	2.480	2.762	2.935	0.518	1.036	0.173	0.086	2005/03/29 21:58:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	118.904	3.720	2.689	2.762	3.108	0.518	1.036	0.259	0.086	2005/03/29 22:08:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.270	3.760	3.191	2.762	3.194	0.518	1.036	0.259	0.086	2005/03/29 22:18:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.392	3.790	3.081	2.762	3.280	0.518	1.036	0.259	0.086	2005/03/29 22:28:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	119.514	3.790	2.848	2.762	3.280	0.604	1.036	0.259	0.086	2005/03/29 22:38:22	2001	120	2	B	UES Bodega Lab EIE

Tabla A1. Fragmento de un archivo “periodics.txt”. Aquí se muestra el formato necesario de los datos para ser insertados en la tabla de MySQL “PERIODICS” descrita en el capítulo 2 (los datos están separados por tabuladores).

NULL	21	1	11.842	2005/03/30 14:35:21	0	12.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	104.987	2005/03/31 08:31:31	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	106.818	2005/04/03 03:38:15	0	6.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	105.964	2005/04/03 07:49:46	0	30.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	69.584	2005/04/03 09:37:41	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	101.202	2005/04/03 10:31:43	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	69.828	2005/04/04 12:11:44	0	6.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	59.086	2005/04/04 12:11:44	0	6.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	77.764	2005/04/04 12:11:45	0	3.99996	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	107.306	2005/04/05 10:47:49	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	107.062	2005/04/06 09:00:17	0	6.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	99.982	2005/04/07 08:07:19	0	8.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	92.657	2005/04/07 08:07:19	0	3.99996	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	82.525	2005/04/07 08:07:19	0	21.99996	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	78.618	2005/04/07 08:07:19	0	26.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	82.891	2005/04/07 08:07:19	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	97.296	2005/04/08 04:18:41	0	3.99996	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	97.174	2005/04/08 04:18:41	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	106.330	2005/04/08 04:18:41	0	3.99996	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	85.332	2005/04/08 12:36:51	0	84.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	85.332	2005/04/08 12:36:52	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	88.140	2005/04/08 12:36:52	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	95.587	2005/04/08 12:36:52	0	3.99996	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	99.738	2005/04/08 15:11:17	0	24.00000	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE
NULL	21	2	101.813	2005/04/08 15:11:18	0	2.00004	2001	120	B	UES Bodega Lab EIE

Tabla A2. Fragmento de un archivo “events.txt”. Aquí se muestra el formato necesario de los datos para ser insertados en la tabla de MySQL “EVENTS” descrita en el capítulo 2 (los datos están separados por tabuladores).

Código fuente en “C” del programa que convierte el formato de los datos del RPM FLUKE 1650 al de la Tabla A1.

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <time.h>
//Codigo desarrollado por
//Manuel Mauricio Portillo Ferrufino PF99009
//Ronoel Antonio Sánchez Rosales SR99016

//estructura que tendra los datos
// Fecha, Hora y Vrms
//medidos periodicamente por
//el Power Recorder

typedef struct {
    char date[11];
    char hora[9];
    float vavg1; float vmax1; float vavg2; float vmax2; float vavg3; float vmax3;
    float vavg4; float vmax4; float vavg5; float vmax5; float vavg6; float vmax6;
    float vavg7; float vmax7; float vavg8; float vmax8; float vavg9; float vmax9;
    float vavg10; float vmax10;
    float vavg11; float vmax11; float vavg12; float vmax12; float vavg13; float vmax13;
    float vavg14; float vmax14; float vavg15; float vmax15; float vavg16; float vmax16;
    float vavg17; float vmax17; float vavg18; float vmax18; float vavg19; float vmax19;
    float vavg20; float vmax20;
    float vavg21; float vmax21; float vavg22; float vmax22; float vavg23; float vmax23;
    float vavg24; float vmax24; float vavg25; float vmax25; float vavg26; float vmax26;
    float vavg27; float vmax27; float vavg28; float vmax28; float vavg29; float vmax29;
    float vavg30; float vmax30;
    float vavg31; float vmax31; float vavg32; float vmax32; float vavg33; float vmax33;
    float vavg34; float vmax34; float vavg35; float vmax35; float vavg36; float vmax36;
    float vavg37; float vmax37; float vavg38; float vmax38; float vavg39; float vmax39;
    float vavg40; float vmax40;

    float vavg41; float vmax41; float vavg42; float vmax42; float vavg43; float vmax43;
    float vavg44; float vmax44; float vavg45; float vmax45; float vavg46; float vmax46;
    float vavg47; float vmax47; float vavg48; float vmax48; float vavg49; float vmax49;
    float vavg50; float vmax50;
    float vavg51; float vmax51; float vavg52; float vmax52; float vavg53; float vmax53;
float vavg54; float vmax54; float vavg55; float vmax55; float vavg56; float vmax56;
    float vavg57; float vmax57; float vavg58; float vmax58; float vavg59; float vmax59;
    float vavg60; float vmax60;
    float vavg61; float vmax61; float vavg62; float vmax62; float vavg63; float vmax63;

} Datos; //Datos contendra la fila de longterm harmonics

typedef struct {
    char date[11];
    char hora[9];
    float vmin;
    float vavg;
    float vmax;
} Datos2; //Datos2 contendra las filas de longterm RMS voltage

typedef struct {
    char date[11];
    char hora[9];

    float vavg;
    //float vmax;
} Datos3; //datos3 contendra la fila de longterm THD

typedef struct {
    char date[11];
    char hora[9];

    float vavg;
    //float vmax;
} Datos4; //datos4 contendra la fila de longterm FLICKER

```


Código fuente en “C” del programa que convierte el formato de los datos del RPM FLUKE 1650 al de la Tabla A2.

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <time.h>
//Codigo desarrollado por
//Manuel Mauricio Portillo Ferrufino PF99009
//Ronoel Antonio Sánchez Rosales SR99016

//estructura que tendra los datos
// Fecha, Hora y Vrms
//medidos periodicamente por
//el Power Recorder

typedef struct {
                                char date[11];
                                char hora[9];
                                int No;
                                int Channel;
                                int Type;
                                float Amplitude;
                                float Duration;
                                char Description1[10];
                                char Description2[10];
                                char Description3[10];
                                char Description4[10];
                                char Description5[10];
                                } Datos;

//funcion que cambia la forma de date de MM/DD/YYYY to YYYY/MM/DD

void chagedate(char *);
int main(int argc, char *argv[])
{
    FILE *fp,*fp2;
    Datos datos;
    if (argc<4)
    {
        printf("\n\nSintaxis: ./rpmtoad Archivo_rpm.txt Salida.txt Device lugar vnom distribuidor Ubicacion");
        printf("\n\n\tArchivo_rpm es el archivo txt que contiene ");
        printf("\n\n\tlos datos del Power Recorder");
        printf("\n\n\tArchivoAd.txt contiene datos de salida");
        printf("\n\n\tDevice contiene el tipo de dispositivo de la siguiente manera");
        printf("\n\n\t1X= dispositivo Utilizado AD97010");
        printf("\n\n\t2X=Dipositivo Utilizado RPM");
        printf("\n\n\t\tX1=Fase A\t X2=Fase B\t X3=Fase C\n\n\n");

        printf("\n\n\t Ubicacion= Lugar de Medicion");
    }
    else{
        fp=fopen(argv[1],"r");
        fp2=fopen(argv[2],"w");
        char cadena[11]="\0";
        char lugar[40]="\0";

        int m;
        for(m=7;m<argc;m++)
        {
            strcat(lugar,argv[m]);
            strcat(lugar," ");
        }
    }
}

```

```

//con este while se recorre el archivo hasta los datos
//validos

while(strcmp(cadena,"Description")!=0) {
    fscanf(fp,"%s",cadena);
    //printf("\n%s\n", cadena);
}

fscanf(fp,"%s %s %i %i %f %f %s %s %s %s",datos.date,datos.hora,&datos.No,
        &datos.Channel,&datos.Type,&datos.Amplitude,&datos.Duration,&datos.Description1,
        &datos.Description2,&datos.Description3,&datos.Description4,&datos.Description5);

int i;
char dias[3]="\0";
char mes[4]="\0";
char ano[5]="\0";
int aux;
float duracion;

int vn;

if(strcmp(argv[5],"120")==0) vn=120;
if(strcmp(argv[5],"240")==0) vn=240;
if(strcmp(argv[5],"480")==0) vn=480;

// printf("\n%d %s\n",vn,argv[5]);

while(!feof(fp)) {
    for(i=0;i<4;i++) {
        ano[i]=datos.date[i+6];
    }
    for(i=0;i<2;i++) {
        dias[i]=datos.date[i+3];
        mes[i]=datos.date[i];
    }
    strcpy(datos.date,ano);
    strcat(datos.date,"/");
    strcat(datos.date,mes);
    strcat(datos.date,"/");
    strcat(datos.date,dias);

    if(!(datos.Amplitude>=(vn*0.9) && datos.Amplitude<(vn*1.1))) {
        duracion=(datos.Duration)*120;//duracion en semiciclos
        if(duracion>=1) { //clasificacion IEEE 1159
            if(datos.Amplitude<vn*0.1) { aux=1;}
            else if((datos.Amplitude>=vn*0.1)&&(datos.Amplitude<vn*0.9) ) { aux=2;}
            else if(datos.Amplitude>vn*1.1) { aux=3;}
        }else {
            if(datos.Amplitude<vn*0.9) { aux=4; /*Notch/Transient*/ }
            if(datos.Amplitude>vn*1.1) { aux=5; /*Transient*/ }
        }
        fprintf(fp2,"%s\t%s\t%i\t%.3f\t%s\t0\t%.5f\t%s\t%s\t%s\n","NULL",argv[3],aux,
                datos.Amplitude,datos.date,datos.hora,duracion,argv[4],argv[5],argv[6],lugar);
    }
    fscanf(fp,"%s %s %i %i %f %f %s %s %s %s",datos.date,datos.hora,&datos.No,
        &datos.Channel,&datos.Type,&datos.Amplitude,&datos.Duration,&datos.Description1,
        &datos.Description2,&datos.Description3,&datos.Description4,&datos.Description5);
}

printf("\n %s %s\n",argv[6],lugar);

fclose(fp);
fclose(fp2);
}
return 0;
}

```

Código fuente en “TCL” del programa de interfaz grafica para insertar los datos del RPM FLUKE 1650 a las Tablas 2.1 y 2.6 .

```

#!/usr/bin/wish

set periodics "./rpmpe"
set eve "./rpmpev"
set idtest "./idtest"
set insertar "./mysqlimport"
# Se coloca la ventana en la pantalla.
# autores:
# Manuel Mauricio Portillo Ferrufino
# Ronoel Antonio Sánchez Rosales
wm title . "Calidad de Energia Electrica"
wm resizable . 0 0

proc abrir {dos} {
    global filename filelms filethd filearmo fileeve fileflicker
    set types {
        {{archivo de datos}   {.Txt}   }
        {{archivo de datos}   {.txt}   }
        {{todos los archivos}  *       }
    }
    set filename [tk_getOpenFile -filetypes $types]

    if {$dos==1} { set filelms $filename
    }
    if {$dos==2} {
        set filethd $filename
    }
    if {$dos==3} { set filearmo $filename
    }
    if {$dos==4} {
        set fileflicker $filename
    }
    if {$dos==5} {
        set fileeve $filename
    }
}

proc rpmtxt { dos } {
    global idtest periodics fase vnom distri vtype filearmo filethd filelms fileeve fileflicker var3 eve lugar corre direc cliente
    global insertar

    catch {exec $idtest $cliente $dos $fase} corre
    set lugarx [expr $cliente+$corre]
    if {$dos==1} {
        ##Se incrementan los periodicos

        set filename "/cygdrive/f/MySQL/data/powquality/periodics.txt"
        catch {exec $periodics $filearmo $filelms $filethd $fileflicker $fase2 $lugarx $vnom $vtype $distri $lugar $filename}
    }
    var3
    catch {exec $insertar "--user=root" "--password=vacil00" "powquality" "periodics.txt"} var3
    }
    if {$dos==2} {
        set lugarx [expr $cliente+$corre]
        set filename "/cygdrive/f/MySQL/data/powquality/events.txt"
        catch {exec $eve $fileeve $filename $fase $lugarx $vnom $distri $lugar} var3
        catch {exec $insertar "--user=root" "--password=vacil00" "powquality" "events.txt"} var3
    }
}

```

```

#####
#Ventana principal
#####

set w ".frameotros"
labelframe $w -text "Informacion del Sitio"
grid $w -row 0 -column 0 -sticky w -padx 10 -pady 10 -columnspan 2
entry $w.lugar -textvariable lugar -width 15
label $w.lugarl -text "Lugar: "

grid $w.lugarl $w.lugar -row 0 -stick w

set w ".vnomsframe"
labelframe $w -text "Voltaje Nominal"

grid $w -row 0 -column 1 -sticky w -padx 10 -pady 10

radiobutton $w.vnom0 -variable vnom -value 120
radiobutton $w.vnom1 -variable vnom -value 240
label $w.vnom0label1 -text 120
label $w.vnom1label1 -text 240

label $w.vnom0label -text V
label $w.vnom1label -text V
grid $w.vnom0label1 $w.vnom0 $w.vnom0label -row 0
grid $w.vnom1label1 $w.vnom1 $w.vnom1label -row 1

set w ".fasesframe"
labelframe $w -text "Fase"
grid $w -row 3 -column 0 -sticky w -padx 10 -pady 10

radiobutton $w.faseA -text A -variable fase -value 21
radiobutton $w.faseB -text B -variable fase -value 22
radiobutton $w.faseC -text C -variable fase -value 23

grid $w.faseA -row 0 -sticky w
grid $w.faseB -row 1 -sticky w
grid $w.faseC -row 2 -sticky w

set w ".frame"
labelframe $w -text "Distribuidor"
grid $w -row 2 -column 1 -sticky w -padx 10 -pady 10 -columnspan 2
radiobutton $w.distriA -text "Distribuidor B" -variable distri -value "A"
radiobutton $w.distriB -text "Distribuidor A" -variable distri -value "B"

grid $w.distriB -column 0 -row 0 -sticky w
grid $w.distriA -column 0 -row 1 -sticky w

set w ".vtypes"
labelframe $w -text "Tipo de Voltaje"
grid $w -row 2 -column 0 -sticky w -padx 10 -pady 10
radiobutton $w.vtypeA -text "De Servicio" -variable vtype -value 1
radiobutton $w.vtypeB -text "De Utilizacion" -variable vtype -value 2

grid $w.vtypeA -column 0 -row 0 -sticky w
grid $w.vtypeB -column 0 -row 1 -sticky w

set w ".framec"
labelframe $w -text "Tipo de Usuario"
grid $w -row 3 -column 1 -sticky w -padx 10 -pady 10

```

```

radiobutton $w.clienteA -text "Residencial" -variable cliente -value 1000
radiobutton $w.ues -text "Ues" -variable cliente -value 2000
radiobutton $w.clienteB -text "Comercial" -variable cliente -value 3000
radiobutton $w.clienteC -text "Industrial" -variable cliente -value 4000

```

```

grid $w.clienteA -column 0 -row 0 -stick w
grid $w.clienteB -column 0 -row 1 -stick w
grid $w.clienteC -column 0 -row 2 -stick w
grid $w.ues -column 0 -row 3 -stick w

```

```

set w ".filesEventssframe"
labelframe $w -text "Archivos Events Txt generados por RPM"
grid $w -row 4 -columnspan 2 -sticky w -padx 10 -pady 10

```

```

button $w.eventos -text ... -command {abrir 5}
entry $w.eventose -textvariable fileeve
label $w.eventosl -text "Archivo de Eventos"
grid $w.eventosl $w.eventos $w.eventose -row 0 -sticky w

```

```

set w ".filesPeriodicsframe"
labelframe $w -text "Archivos Periodicos Txt generados por RPM"
grid $w -row 5 -columnspan 2 -sticky w -padx 10 -pady 10

```

```

button $w.rms -text ... -command {abrir 1}
button $w.thd -text ... -command {abrir 2}
button $w.armonics -text ... -command {abrir 3}
button $w.flicker -text ... -command {abrir 4}

```

```

entry $w.rmse -textvariable filerm
entry $w.thde -textvariable filethd
entry $w.armonicse -textvariable filearmo
entry $w.flickere -textvariable fileflicker

```

```

label $w.rmsl -text "Archivo de Valores RMS"
label $w.thdl -text "Archivo de valores THD"
label $w.armonicsl -text "Archivo de Armonicos"
label $w.flickerl -text "Archivo de Flicker"

```

```

grid $w.rmsl $w.rms $w.rmse -row 0 -sticky w
grid $w.thdl $w.thd $w.thde -row 1 -sticky w
grid $w.armonicsl $w.armonics $w.armonicse -row 2 -sticky w
grid $w.flickerl $w.flicker $w.flickere -row 3 -sticky w

```

```

set w ".butonsframe"
labelframe $w -text "Insertar en Base de Datos"
grid $w -row 6 -columnspan 2 -sticky w -padx 10 -pady 10

```

```

button $w.rpm -text "Insertar Periodicos" -command {rpmtxt 1}
button $w.eve -text "Insertar Eventos" -command {rpmtxt 2}
grid $w.rpm $w.eve -row 0 -sticky w -padx 10 -pady 10

```