

Universidad de las Ciencias Informáticas.

Facultad 5 "Entornos Virtuales".



Desarrollo del Componente Análisis de la Calidad Energética.

Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Autores:

Abileidy Cardenas Lanz.

Ismael Ernesto Ávila Martin.

Tutores:

Ing. Rodolfo Abrantes Sánchez.

Ing. Juan Carlos Quevedo Lussón.

Ciudad de La Habana, Junio, 2009.

"Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución.



*"Solo triunfan las ideas que son capaces de
resolver los grandes problemas del hombre"*

Fidel Castro Ruz

Datos de Contacto.

Tutores:

Ing. Rodolfo Abrantes Sánchez.

Institución: Universidad de Ciencias Informáticas (UCI).

Correo electrónico: rodolfoas@uci.cu.

Ingeniero Electricista, graduado desde 2006. Posee 2 años de experiencia en temas energéticos, específicamente en análisis de parámetros de calidad y políticas de ahorro. Profesor de las asignaturas Física I y II. Dirección de Gestión Energética.

Ing. Juan Carlos Quevedo Lussón.

Institución: Universidad de Ciencias Informáticas (UCI).

Correo electrónico: jquevedo@uci.cu.

Ingeniero en Ciencias Informáticas, graduado desde el 2007. Posee 5 años de experiencia en el Desarrollo de Software. Profesor de las asignaturas Gestión de Software y Bases de Datos. Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos.

Dedicatorias y Agradecimientos.

Ismael (Tico):

A mis padres, por la enseñanza, el amor y la confianza que depositaron en mí

A Migue, por su carisma y apoyo.

A Maricela, mi bicho, por su cariño, ternura y apoyo incondicional.

A mis abuelos, por la educación y el cariño que me dieron.

A mis tíos, por su apoyo y ayuda.

A mis primos por su interés en mi superación.

A mis compañeros de aula Sergio, Javier, Arcel, Yosmel, Pablo, Papita, Yadira,

Yaimi, Elizeth, Lisandra, Mirthica

A mis compañeros del proyecto y misiones, Vento, Adanlay, Luis Enrique, Toni,

A mi compañera de tesis Leidy

Y a todos lo que contribuyeron de una forma y otra a que me hiciera Ingeniero.

Abileidy (Leidita):

El esfuerzo de todos estos años, desde la niñez hasta lo que tengo de vida, lo que soy, lo que he hecho se lo dedico al hombre que es mi guía, mi alma y mi espíritu a mi padre por estar siempre.

A mi madre por su dedicación constante, sin límites, fiel y amorosa.

A mi tata, mi hermanita por su fe, su apoyo y su alegría.

Quiero agradecer a la vida, primeramente, por la familia tan maravillosa que me destinó y sin la cual no habría podido ser ingeniera.

Gracias desde el fondo de mi corazón a Tadeo, por no abandonarme jamás.

A mis viejos amigos, los amigos de siempre: Jenny, Yanet, Dailet, Juan Luis (Vento), Augusto.

Tareco y Flor gracias por su apoyo, sin su ayuda muchas cosas hubieran sido más difíciles.

Gracias a la gente de "mi quagua" por su amistad tan fresca: Ariane, Francés, Amys, Dalgis, Julio, Arian, Amaury, Judith, Tomás, Yunier, Ibet y Gissell.

A todos mis compañeros de aula.

Abileidy e Ismael:

Agradecemos a la Revolución por esta grandiosa oportunidad, a Fidel y Raúl:

Por la dicha de permitirnos llegar a ser jóvenes preparados y revolucionarios.

Por permitirnos cumplir nuestros sueños y esperanzas.

Por permitirnos hacer de este mundo un lugar mejor.

Gracias a nuestra familia y a nuestros amigos por su presencia y apoyo.

Queremos agradecer a Leyner y Ángel por su apoyo en el proyecto.

Resumen

En el constante desarrollo de la humanidad, la electricidad se ha erigido como una de las bases fundamentales en el avance de la ciencia y la técnica. El descubrimiento de ésta forma energética en movimiento constituyó uno de los mayores avances de la humanidad y su presencia es requerida en diversas actividades de la vida diaria de los seres humanos.

La energía eléctrica es un servicio del que se disfruta en el hogar, centros de estudio y de labor, constituyendo la calidad energética un requerimiento vital en el correcto funcionamiento y extensión del tiempo de vida útil de muchos de los equipos electrónicos y prestaciones que intervienen en las actividades cotidianas de la sociedad.

El presente trabajo de diploma se enmarca en el estudio e investigación de Sistemas de Supervisión Energética y Sistemas de Análisis de la Calidad de la Energía Eléctrica así como, en el desarrollo de un componente aplicable al proyecto Supervisión Energética de la facultad 5 de la Universidad de Ciencias Informáticas (UCI), el cual debe ser capaz de realizar el análisis de determinados parámetros electro-energéticos obtenidos de analizadores digitales influyentes en la calidad del servicio eléctrico. Para el desarrollo de la solución propuesta se utilizan las herramientas Visual Parading y Eclipse PHP *Development*, Symfony y ExtJS como *framework*, PostgreSQL es el gestor de base datos y se utiliza la metodología OpenUp en la gestión y desarrollo del software utilizándose UML como lenguaje representativo.

Palabras claves

Electricidad, energía eléctrica, servicio, calidad, análisis, parámetros electro-energéticos.

Contenido

Introducción.....	1
Resumen de capítulos:	5
Capítulo 1: Fundamentación Teórica.....	6
1.1. Introducción.....	6
1.2. Supervisión Energética.....	7
1.2.1. Ventajas de supervisar.....	10
1.3. Calidad de la Energía Eléctrica.....	11
1.3.1. Índices de la Calidad de la Energía Eléctrica.....	11
1.3.2. Parámetros que afectan la Calidad de la Energía Eléctrica.....	12
1.3.2.1. Desviaciones de frecuencia.....	13
1.3.2.2. Desviaciones de tensión.....	14
1.3.2.3. Flicker.....	15
1.3.2.4. Distorsión de armónicos.....	17
1.3.3. Equipos de medición y análisis de la energía eléctrica.....	18
1.3.4. Objetivos del Análisis de la Calidad Energética.....	19
1.3.5. Beneficios obtenidos del Análisis de la Calidad Energética.....	20
1.4. Experiencias en el mundo.....	20
1.5. Experiencias desarrolladas en Cuba.....	22
1.6. Tendencia y tecnologías actuales.....	23
1.6.1. Aplicaciones Web.....	23
1.6.2. Arquitectura del Software.....	25
1.6.2.1. Arquitectura Cliente-Servidor.....	25
1.6.2.2. Patrón Arquitectónico Modelo Vista-Controlador.....	27
1.6.3. Lenguajes de Programación Web.....	30
1.6.3.1. PHP 5.....	31
1.6.3.2. JavaScript.....	33

1.6.3.3.	Ajax.....	35
1.6.4.	Sistema de Gestión de Base de Datos.....	37
1.6.4.1.	PostGreSQL.....	38
1.6.4.2.	Servidor Apache.....	40
1.6.5.	Framework.....	42
1.6.5.1.	ExtJS.....	42
1.6.5.2.	Symfony.....	44
1.6.6.	Proceso de Desarrollo del Software.....	45
1.6.6.1.	OpenUp.....	45
1.6.6.2.	UML.....	48
1.6.7.	Herramientas Utilizadas.....	49
1.6.7.1.	Visual Paradigm.....	49
1.6.7.2.	Eclipse PHP <i>Development Tools</i> (PDT).....	51
1.7.	Conclusiones.....	52
Capítulo 2:	Descripción de la solución propuesta.....	54
2.1.	Introducción.....	54
2.2.	Objeto de Automatización.....	54
2.3.	Información que se maneja.....	54
2.4.	Propuesta de solución.....	55
2.5.	Inicio del sistema: Concepción.....	56
2.5.1.	Glosario.....	57
2.5.1.1.	Diagrama Conceptual.....	58
2.5.2.	Documento Visión. Ver Anexo 1.....	59
2.5.3.	Especificación de Requerimientos Funcionales.....	59
2.5.4.	Especificación de Requerimientos de Apoyo. Ver Anexo 2.....	62
2.5.5.	Modelo de Casos de Uso del Sistema. Ver Anexo 4.....	63
2.5.6.	Casos de Uso.....	63
2.6.	Elaboración: Análisis y Diseño.....	63

2.6.1.	Análisis.....	64
2.6.1.1.	Modelo de Clases del Análisis.....	64
2.6.2.	Diseño.....	66
2.6.2.1.	Estilo Arquitectónico.....	66
2.6.2.2.	Organización de la aplicación.....	68
2.6.2.3.	Modelo del Diseño.....	69
2.6.2.3.1.	Diagramas de Clases del Diseño.....	69
2.6.2.3.2.	Diagramas de Interacción.....	71
2.6.3.	Descripción de las clases.....	72
2.6.4.	Diseño de la Base de Datos.....	73
2.6.4.1.	Diagrama de clases persistentes.....	73
2.6.4.2.	Diagrama Entidad-Relación de la Base de Datos.....	73
2.6.4.3.	Descripción de las clases del Diagrama Entidad-Relación.....	74
2.7.	Conclusiones.....	76
Capítulo 3: Implementación y Prueba.....		77
3.1.	Introducción.....	77
3.2.	Diagrama de despliegue.....	77
3.3.	Interfaz del Componente Análisis de la Calidad Energética.....	78
3.4.	Modelo de pruebas.....	81
3.5.	Conclusiones.....	82
Conclusiones.....		83
Recomendaciones.....		85
Referencia Bibliográfica.....		86
Bibliografía Consultada.....		88
Anexo 1. Documento Visión.....		91
Anexo 2. Documento: Especificación de Requerimientos de Apoyo.....		97
Anexo 4. Documento: Modelo de Caso de Usos del Sistema.....		103
Anexo 5. Documento: Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.....		105

Anexo 6. Documento: Caso de Uso Configurar Valores de Referencia.....	109
Anexo 7. Descripción de las clases del sistema.....	113
Anexo 8. Diseño de Casos de Prueba: Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.....	116
Anexo 9. Diseño de Casos de Prueba: Caso de Uso Configurar Valores de Referencia.	121
Glosario.....	125

Introducción.

La generación de energía eléctrica es una actividad básica, ya que está directamente relacionada con los requerimientos actuales del hombre y se le atribuye significativa importancia debido a que la sociedad y la industria poseen una penetración de altísimo grado en cuanto a equipamiento electrónico de diversas generaciones o sea, equipos que intervienen en el control de procesos, en el accionar diario de las comunicaciones, en el procesamiento de datos , así como diversos y más novedosos dispositivos de uso doméstico, comercial e industrial presentes en la actividad cotidiana de la humanidad.

En los últimos años, la supervisión de la calidad del servicio eléctrico se ha transformado en un tema de gran relevancia, tanto para las empresas proveedoras como para los consumidores o usuarios finales de este servicio, dada la diversidad de aspectos técnicos y comerciales involucrados en el suministro energético, agregándose la creciente conciencia ecológica y la certeza de que las reservas de energía primaria de origen fósil son limitadas, lo cual exige un aprovechamiento económico de las materias primas.

Las necesidades actuales, en cuanto a control y supervisión energética son diferentes a las de épocas anteriores pues el incremento del precio del petróleo y las emisiones de CO₂ que se exhalan a la atmósfera hacen que cada vez más estemos en la obligación técnica y moral de implantar Sistemas de Control y Supervisión Energética, siendo posible esta actividad por el constante desarrollo y avance de la ciencia y las nuevas tecnologías.

La existencia de una calidad insuficiente en el suministro de la energía eléctrica afecta tecnologías y procesos industriales lo que provoca pérdidas económicas e inclusive daños

ambientales y sociales, por lo cual es necesario el control y la supervisión de la calidad energética.

El futuro energético cubano debe sustentarse en que la producción y utilización de la energía deben ser compatibles con las prioridades ambientales, así como en la necesidad de un suministro energético económico y seguro para alcanzar un desarrollo sostenible. Hacia ese camino, los recursos energéticos y la tecnología son factores vitales en la conformación del progreso económico y social del país, de aquí la necesidad de trabajar sobre la base de un programa energético bien pensado que combine el ahorro y la eficiencia energética, la modernización del sistema electro-energético nacional y la introducción de modernas tecnologías. En 1997 surge en nuestro país el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), que constituye un elemento importante en la estrategia de desarrollo eléctrico del país como programa de ahorro de electricidad y que promovió el reemplazo de las juntas deterioradas de las puertas de los refrigeradores domésticos, y la sustitución de las bombillas incandescentes en uso por otras de alta eficiencia. Esto se acompaña con la educación en el empleo racional de la energía eléctrica, presente en los distintos niveles de la enseñanza, y con una intensa campaña de propaganda por los medios de difusión, destinada a fomentar hábitos que propendan al ahorro de la energía eléctrica, especialmente durante el período de máxima demanda.

Sustituir paulatinamente equipos electrodomésticos, equipamiento industrial y la puesta en marcha de los grupos electrógenos han sido medidas puestas en práctica por la Revolución Energética, que surge a partir de la orientación de nuestro Comandante en Jefe en el año 2006. A su vez ha influido en el arreglo de postes eléctricos y cables de alta tensión, en la instalación de nuevos generadores, en la sustitución paulatina de termoeléctricas ineficientes y en la modernización de los equipos de medición energética, con la introducción en el país de metro contadores digitales programables como son el ABB A1700, DTSD 341 y CIRCUTOR y analizadores digitales como el modelo WM 14-DIN, WM 14-96 y el WM 3-96 importados por la Unión Nacional Eléctrica (UNE). Estos equipos favorecen el desarrollo de programas automatizados que incrementan la confiabilidad de sistemas y equipos en la red eléctrica

nacional permitiendo, además, el control y análisis automático de la calidad en el servicio electro-energético cubano.

El surgimiento del proyecto Supervisión Energética de la Facultad 5 en la UCI constituye parte del esfuerzo del gobierno, del pueblo y en particular de estudiantes y profesores del centro educacional en apoyar el PAEC y la Revolución Energética, vinculándose a la UNE en el proceso de modernización de la red electro-energética de Cuba, ya que actualmente no se cuenta con un sistema automatizado capaz de efectuar la supervisión energética y que posibilite realizar una correcta gestión de diversos mecanismos y procesos de la empresa nacional como el análisis de la calidad energética.

Situación que nos permite formular el **problema científico**: ¿cómo podemos analizar la calidad de la energía eléctrica mediante el examen de parámetros electro-energéticos obtenidos de analizadores digitales? , determinando como **objeto de estudio** la calidad de la energía eléctrica en un **campo de acción** discernido en el análisis de la calidad de la energía eléctrica en el proyecto Supervisión Energética.

Para darle solución a este problema con impacto en la sociedad, la ciencia, la tecnología y la economía de nuestro país nos hemos trazado como **objetivo principal**: Desarrollar una aplicación Web que permita realizar el análisis de la calidad de la energía eléctrica mediante el estudio de determinados parámetros electro-energéticos obtenidos de analizadores digitales.

La **idea a defender es**: El desarrollo, en software libre, de una aplicación web que permita la supervisión, el análisis y el estudio de parámetros electro-energéticos para determinar la calidad de la energía eléctrica como servicio en una empresa determinada. Aplicación que estará destinada a la automatización del proceso de supervisar la calidad de la energía eléctrica como servicio en nuestro país.

Las **tareas** planteadas para dar cumplimiento a la realización de nuestra investigación y desarrollo se enmarcan en:

- Estudiar el Estado del Arte sobre el análisis de la calidad de la energía eléctrica.
- Profundizar en el estudio y conocimiento de las herramientas y metodologías a utilizar.
- Desarrollar el modelado de la aplicación usando el Lenguaje Unificado de Modelación (UML) y la metodología OpenUp.
- Desarrollar el componente Calidad de la Energía Eléctrica en el proyecto Supervisión Energética.

Resumen de capítulos:

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

Se realiza un estudio del Estado del Arte sobre el análisis de la calidad de la energía eléctrica y se conceptualizan términos de relevancia para la investigación y desarrollo del componente. Se realiza un análisis de las tendencias y las tecnologías actuales más apropiadas para ser aplicadas en el desarrollo del software.

Capítulo 2: Descripción de la solución propuesta.

Se describen las características del sistema y queda establecida una propuesta del mismo. Se incluyen los requerimientos funcionales y no funcionales; se muestran los artefactos generados en las fases de Inicio y Elaboración del sistema mediante la metodología OpenUp como el Modelo de Casos de Uso, el Documento Visión y los Diagramas de Clases del Análisis y del Diseño entre otros. Se analizan las clases persistentes de importancia para el diseño de la base de datos y queda establecido el diseño y la arquitectura del software.

Capítulo 3: Implementación y Prueba.

En este capítulo se trabaja en la realización de los artefactos pertinentes a la fase de Construcción, los que aportan elementos para una mejor comprensión de la distribución y elaboración del sistema así como la descripción del mismo a través del diagrama despliegue. Se realiza un estudio detallado de las pruebas realizadas al sistema.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica.

1.1. Introducción.

La calidad energética es el término más frecuentemente usado para describir las variaciones de voltaje, corriente o frecuencia. La deficiente calidad en el suministro provoca una operación ineficiente en las redes eléctricas, conducente a averías y a un incremento en los costos de operación, los que traen consigo pérdidas para las compañías del servicio eléctrico y para los clientes.

Las alteraciones presentadas sobre la calidad energética tienen lugar en los propios procesos de producción, transporte y distribución, así como en su utilización por determinados tipos de receptores. Son, por lo tanto, inevitables. Sin embargo, sólo en los últimos años se están convirtiendo en un motivo de preocupación. Y ello, por dos causas: **[1.]**

- ✓ Los procesos industriales requieren, de día en día, una mayor calidad de todos los productos utilizados y, en particular, de la electricidad, haciéndose más sensibles a las alteraciones que puedan existir.

- ✓ La creciente utilización de receptores que generan perturbaciones hace que el nivel de contaminación general de las redes eléctricas esté aumentando, lo que puede así incidir en el normal funcionamiento de los demás receptores a ellas conectados y, en definitiva, extendiendo el problema.

En este capítulo se explica brevemente la importancia de automatizar el proceso de supervisión energética y dentro de este proceso, se realiza un estudio detallado del análisis de la calidad de la energía eléctrica como servicio. Se expone el concepto de calidad energética, así como los beneficios y objetivos que se persiguen con la implementación de un sistema capaz de determinar la excelencia de este servicio y se enumeran los parámetros incidentes en las afectaciones de la calidad energética. Se realiza un análisis de las tendencias y las tecnologías actuales más apropiadas para ser aplicadas en el desarrollo del software.

1.2. Supervisión Energética.

Cuando hablamos de supervisión, estamos hablando de un sistema, donde el analizador de redes es un componente imprescindible, pero no el único. El sistema, básicamente, siempre se compone de tres partes: equipos de campo (analizadores de redes), infraestructura de comunicación y software de gestión. **[2.]**

- ✓ Equipos de campo: Dependiendo de las necesidades, lugar de medición y formato, se escogerá entre una amplia y extensa gama de analizadores de redes; todos ellos con medida en verdadero valor eficaz. Seleccionando el equipo adecuado, disponen de comunicación con un sistema maestro, dentro de un amplio abanico de protocolos de red y comunicación.
- ✓ Infraestructura de comunicación: Se deberá crear una infraestructura adecuada a los equipos seleccionados, e incluso plantearse la utilización de redes de comunicación ya creadas en las instalaciones.
- ✓ Software de gestión: Es el punto donde se recogen y explotan todos los datos procedentes de los equipos de campo independientemente a la infraestructura de red escogida. Los datos son accesibles, en caso de estar conectado, vía web mediante la red de área local (LAN), e incluso desde Internet, si el sistema se ha configurado para ese fin.

Un software de gestión abarca un ámbito de actuación muy extenso y poco valorado a la hora de implantar un sistema de supervisión energético; en muchos casos, el usuario cree que el único beneficio que puede extraer de un sistema de este tipo es un beneficio técnico que no es más que el correcto mantenimiento de instalaciones, pero en la realidad los beneficios pueden ser mayores y de muy diversos calibres: [2.]

- ✓ Ámbito técnico: Supervisión en tiempo real de los principales parámetros eléctricos de líneas e instalaciones, visualización de protecciones diferenciales, estado de baterías de condensadores, **análisis de la calidad de suministro eléctrico**, etcétera y posibilidad de llevar a cabo un mantenimiento preventivo.
- ✓ Ámbito financiero: Poder imputar administrativamente la energía real consumida en los diferentes centros, e incluso conocer el consumo de cada departamento o línea de producción desde una fecha, día y hora inicial a una segunda fecha, día y hora final.
- ✓ Ámbito de producción: En muchos casos, los costes directos de producción, se presuponen en referencia a un porcentaje histórico, cuya objetividad es cuestionable, ya que carece de bases empíricas. Conociendo los consumos obtenidos mediante el software de gestión; pueden llegar a obtenerse indicadores objetivos y medibles, que evalúen e informen de una manera objetiva la rentabilidad y eficiencia de la producción llevada a cabo.

El objetivo principal de un sistema de supervisión debe consistir en lograr e intervenir en la calidad del servicio eléctrico esperando que el usuario reciba un producto de excelencia y, además, se logre minimizar el impacto de las fallas en el sistema eléctrico.

La decisión de implantar un sistema de supervisión debe ser el resultado de una evaluación técnico-económica que considere aspectos como:

- ✓ Confiabilidad, seguridad y flexibilidad de operación.
- ✓ Capacidad de expansión.
- ✓ Facilidad de mantenimiento.
- ✓ Posibilidad de integración/comunicación con los equipos existentes.
- ✓ Costos de implantación.
- ✓ Experiencia en instalaciones similares.

Los sistemas modernos de supervisión energética se basan en el concepto de lazo o bucle cerrado¹. En el mismo, cíclicamente se realizan las siguientes tareas durante el proceso:

1. Captación del valor de las señales de entrada a través de los sensores y los dispositivos de entrada respectivos.
2. Evaluación o procesamiento de los valores recibidos en comparación con los valores deseados.
3. Si es necesario, generación de una respuesta correctiva por parte del actuador final.

¹ Un elemento esencial de todos los mecanismos de control automático es el principio de realimentación, que permite al diseñador dotar a una máquina de capacidad de autocorrección. Un ciclo o bucle de realimentación es un dispositivo mecánico, neumático o electrónico que detecta una magnitud física como una temperatura, un tamaño o una velocidad, la compara con una norma preestablecida, y realiza aquella acción pre programada necesaria para mantener la cantidad medida dentro de los límites de la norma aceptable.

Un sistema de supervisión puede:

- Concentrar la información de equipos de medición y tenerla disponible en interfaces de fácil manejo como los navegadores Web.
- Generar la información de costos de energía, demanda, factor de potencia, consumos, haciendo uso de mediciones en tiempo real, con los algoritmos determinados.
- Generar reportes de eventos de Calidad de la Energía (gráficos, tendencias, espectros, formas de onda).
- Enviar alarmas de comportamientos anormales en la red eléctrica e interrupciones en suministros.

1.2.1. Ventajas de supervisar.

- Incrementa la confiabilidad de los sistemas y equipos. Rápido diagnóstico de equipos y eventos.
- Mayor flexibilidad en las maniobras operacionales, de mantenimiento y de re conexión. Mejora los tiempos de respuesta.
- Obtención de facilidades para disponer de señales de medición, alarmas y control remoto.
- Alto grado de flexibilidad para extensiones futuras.
- Disminución de los costos de operación y mantenimiento.

1.3. Calidad de la Energía Eléctrica.

La norma ISO 8402 define calidad como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confiere la aptitud para satisfacer necesidades expresas o implícitas.

[3.]

La calidad de la energía se define como la ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicos en la red y variaciones de voltaje suministrado al usuario. Además le concierne la estabilidad de voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

Se precisa además el registro y análisis de las diferentes variables eléctricas tales como: tensiones, corrientes, factor de potencia, desbalances, armónicos, caídas y subidas de tensión, etc.; incluyéndose, el análisis técnico de los registros con base en normas y software especializado así como los estudios de las redes de alimentación eléctrica, para identificar las causas de los problemas y diseñar las soluciones pertinentes. **[4.]**

La calidad del servicio eléctrico se evalúa según los siguientes conceptos:

- ✓ La continuidad del suministro (duración y número de las interrupciones)
- ✓ Calidad de la onda (nivel de tensión, flicker, contenido de armónicos, etc.)
- ✓ Atención comercial al cliente (tiempo de espera para nuevas conexiones, demoras en la resolución de quejas, etc.).

1.3.1. Índices de la Calidad de la Energía Eléctrica.

Los índices de calidad miden el nivel de calidad del sistema energético. Los que se elijan determinarán el nivel de calidad alcanzado, y por tanto son un elemento clave del esquema regulatorio. Al elegir el índice o los índices, se elige qué aspectos de la calidad se controlan, y de qué forma. Por tanto los índices elegidos deben ser: **[5.]**

- ✓ sencillos: deben medir aspectos concretos de la calidad de forma directa y clara, mediante procesos de cálculo sencillos de entender e implantar.
- ✓ fiables: los datos utilizados para su cálculo deben ser datos objetivos y fiables
- ✓ auditables: debe ser posible verificar de alguna forma los datos utilizados, así como el cálculo realizado.

Una vez cumplidos estos requisitos técnicos, la elección del índice o de los índices a utilizar depende en mayor medida de decisiones históricas atendiendo a los índices normalmente utilizados por las empresas.

1.3.2. Parámetros que afectan la Calidad de la Energía Eléctrica.

- Desviaciones de frecuencia.
- Desviaciones de tensión.
- Flícker.
- Factor de potencia.

- Distorsión de Armónicos de Tensión.
- Distorsión de Armónicos de Corriente.

1.3.2.1. Desviaciones de frecuencia.

Se dice que existen variaciones de frecuencia en un sistema eléctrico de corriente alterna cuando se produce una alteración del equilibrio entre carga y generación. La frecuencia nominal de la tensión es de 50 Hz.²

En condiciones normales de operación, el valor promedio de la frecuencia fundamental en los sistemas de distribución, durante 10 segundos, es según la EN (Norma Europea) 50.160 : **[1.]**

- ✓ Con conexión síncrona y sistema interconectado:
 - 50 Hz \pm 1% (49,5... 50,5 Hz) durante el 95% de una semana.
 - 50 Hz - 6%,+4% (47... 52 Hz) durante el 100% de una semana.

- ✓ Con conexión asíncrona aislada de un sistema interconectado (por ejemplo, los sistemas de interconexión en ciertas islas):
 - 50 Hz \pm 2% (49... 51 Hz) durante el 95% de una semana.
 - 50 Hz \pm 15% (42,5... 57,5 Hz) durante el 100% de una semana.

² En nuestro país la frecuencia nominal de la tensión es de 60 Hz.

1.3.2.2. Desviaciones de tensión.

Se produce una variación de tensión cuando hay una alteración en la amplitud y, por lo tanto, en el valor eficaz de la onda de tensión. [1.]

Una variación de tensión tiene:

- ✓ un valor de partida.
- ✓ un valor final .
- ✓ una duración, es decir, el tiempo que emplea en pasar del valor inicial al valor final.

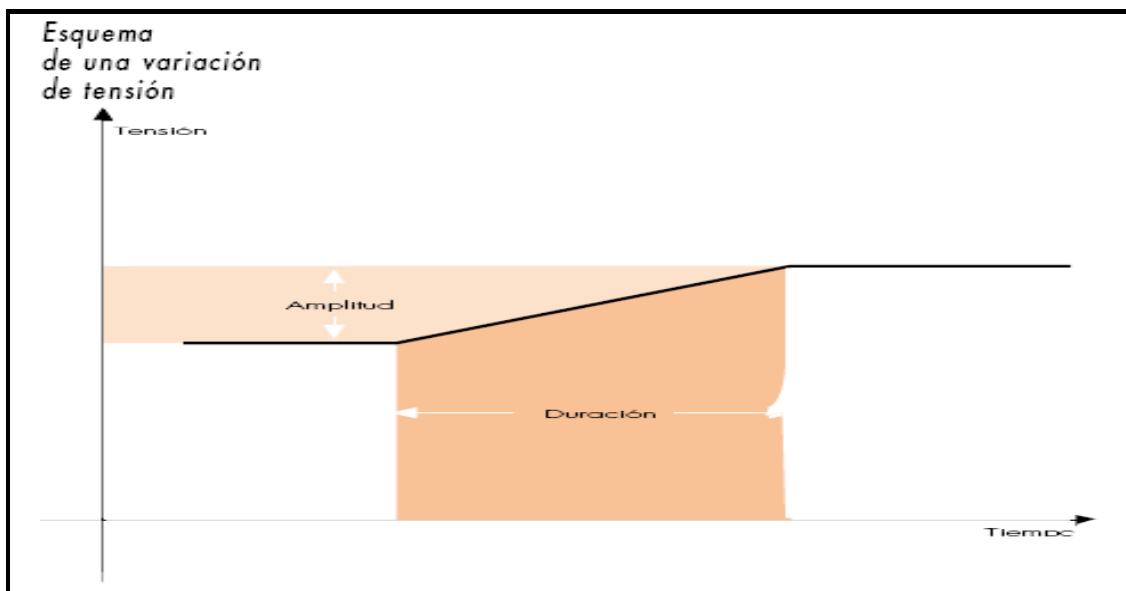


Fig. 1.1: Esquema de una variación de tensión.

En otras palabras, amplitud y duración son los parámetros característicos de una variación de tensión. Pues bien, se considera una variación lenta de tensión la que presenta una duración superior a 10 segundos.

La tensión alta produce fundamentalmente un efecto de calentamiento de los receptores. En determinadas circunstancias, este calentamiento puede ocasionar la avería de los equipos si se supera el límite térmico que toleran.

La tensión baja produce que la mayor parte de los receptores pasen de un estado de funcionamiento normal a uno anómalo o a uno de no funcionamiento cuando se ven sometidos a una tensión baja, recuperando el estado normal cuando el valor de la tensión vuelve a situarse dentro de los márgenes de tolerancia.

Así, en la mayoría de los casos, los efectos no suelen ser especialmente perjudiciales.

Algunos ejemplos se manifiestan de la siguiente forma: **[1.]**

- ✓ En el momento del arranque, un motor no podrá iniciar el giro si la tensión no es suficiente para proporcionar el par mecánico que requiere el eje. Sufrirá un calentamiento que podría provocar su avería.
- ✓ En las lámparas incandescentes, se observa una disminución en la intensidad lumínica. Las que funcionan en base a descarga de gases pueden llegar a no cebarse en el momento de la conexión, permaneciendo apagadas. Si se encontraran funcionando, podrían apagarse y no se encenderían hasta que la tensión volviera a los límites de funcionamiento.

1.3.2.3. Flícker.

Se dice que hay fluctuaciones de tensión cuando se producen variaciones periódicas o series de cambios aleatorios en la tensión de la red eléctrica. A su vez, las variaciones de tensión se definen como las variaciones del valor eficaz o valor de pico de tensión entre dos niveles consecutivos que se mantienen durante un tiempo finito no especificado. **[1.]**

Su duración va desde varios milisegundos hasta unos 10 segundos y con una amplitud que no supera el $\pm 10\%$ del valor nominal por lo tanto se considera una variación rápida de tensión.

El flícker es la percepción de la variación de la luminosidad de una lámpara, ocasionada por fluctuaciones de tensión en la red de alimentación eléctrica.

El flícker depende fundamentalmente de la amplitud, frecuencia y duración de las fluctuaciones de tensión que lo causan. Estas oscilan entre los 0,5 Hz y los 30 Hz de frecuencia.

Las fluctuaciones de tensión son originadas por los receptores conectados a la red cuya demanda de potencia no es constante en el tiempo. En determinadas circunstancias, y dependiendo de su punto de conexión, pueden dar lugar a flícker.

Los principales dispositivos perturbadores son de tipo industrial: **[1.]**

- Máquinas de soldadura por resistencia.
- Molinos trituradores.
- Ventiladores de minas.
- Hornos de arco.
- Plantas de soldadura por arco.
- Compresores.

- Laminadoras.
- Máquinas herramientas.
- Cargas controladas por impulsos.

1.3.2.4. Distorsión de armónicos.

Se dice que existe distorsión de armónicos cuando la onda sinusoidal, prácticamente pura, que generan las centrales eléctricas sufre deformaciones en las redes de alimentación a los usuarios. A los armónicos se les designa normalmente por su orden, un número que resulta de la relación existente entre su propia frecuencia y la de la componente fundamental. [1.]

Los contenidos o tasas de los diferentes armónicos de tensión que constituyen una onda deformada se expresan en forma de porcentaje respecto de la componente fundamental, de acuerdo con la siguiente relación:

$$U_n (\%) = 100 \frac{U_n}{U_1}$$

U_n : es la amplitud del armónico de tensión de orden n .

U_1 , la amplitud de la componente fundamental de la onda de tensión.

Las principales fuentes de intensidades armónicas son: [1.]

- ✓ Receptores de uso industrial (rectificadores, hornos de inducción, hornos de arcos, receptores de televisión, electrodomésticos, lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de vapor de sodio).
- ✓ Elementos de instalaciones eléctricas (equipos de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, los dispositivos electrónicos de control y mando que regulan la intensidad absorbida, los equipos que poseen núcleos magnéticos).

Afectaciones provocadas por la existencia de armónicos. [1.]

- ✓ Aumenta la circulación de corriente por el sistema de suministro eléctrico.
- ✓ Pueden ocurrir efectos de resonancia.
- ✓ Fallos en los circuitos de control.
- ✓ Operación inadecuada de las protecciones.
- ✓ Interferencia en las comunicaciones telefónicas.

1.3.3. Equipos de medición y análisis de la energía eléctrica.

Un componente clave en un sistema energético inteligente es un medidor eléctrico. Los medidores eléctricos han evolucionado en años recientes desde el histórico rol de simples calculadoras a cargo de medir el consumo de energía a algo más que un súper computador capaz de realizar sofisticados algoritmos matemáticos para detectar la calidad de la energía, medición de tiempos en el uso de la energía y posible manipulación ilegal en el sistema. Además,

los medidores permiten a la compañía distribuidora conectar y desconectar en forma remota el servicio de energía eléctrica, lo cual es usado en control de energía eléctrica, desconexión y restauración, control del robo de electricidad y generación distribuida.

Se denominan instrumentos de medidas de electricidad a todos los dispositivos que se utilizan para medir las magnitudes eléctricas y asegurar así el buen funcionamiento de las instalaciones y máquinas eléctricas.

La obtención de datos cobra cada vez más importancia en el ámbito industrial, profesional y privado. Se demandan, sobre todo, instrumentos de medida prácticos, que operen de un modo rápido y preciso y que ofrezcan resultados durante la medición.

Los analizadores de red eléctrica como los modelos WM 14-DIN, WM 14-96 y el WM 3-96 son equipos de medición cuyo hardware se encuentra basado en microprocesadores y se denominan actualmente en el mundo Dispositivos Electrónicos Inteligentes (DEI) que contienen un impresionante número de ventajas visualizadas en funciones y características que incluyen auto-chequeo y auto-diagnóstico, interfaces de comunicación y la habilidad de almacenar datos históricos. Estas características posibilitan la automatización de procesos en la industria mediante el desarrollo de software de gestión. El método de medida de estos equipos es de verdadero valor eficaz lo que asegura la veracidad de la lectura obtenida. Permiten obtener parámetros como la tensión, la frecuencia, el factor de potencia y los armónicos de tensión y de corriente.

1.3.4. Objetivos del Análisis de la Calidad Energética.

- Identificar problemas de las propias instalaciones o de la empresa de suministro de energía que puedan afectar la producción, dañar, alterar el funcionamiento o disminuir la extensión del tiempo de vida útil de los equipos.

- Plantear soluciones con la mejor relación coste/beneficio a los problemas detectados.
- Identificar riesgos potenciales que generan deterioro de los equipos y los procesos. [4.]

1.3.5. Beneficios obtenidos del Análisis de la Calidad Energética.

- Previene situaciones tales como: daño de equipos, reducción de extensión del tiempo de vida útil, paro o alteración de la producción.
- Uso eficiente de la energía, optimizar procesos, disminuir pérdidas y costos de la energía.
- Reducción o eliminación de daños producidos, los cuales representan un alto costo de reposición, reparación y lucro cesante por paradas en la producción. [4.]

1.4. Experiencias en el mundo.

Actualmente muchas empresas han intervenido en la creación de software que permiten la adquisición, control y análisis de variables eléctricas. En el mundo existen una gran variedad de sistemas para el control de la calidad de la energía eléctrica que van desde la implantación de un conjunto de medidas que conllevan al ahorro de energía eléctrica, hasta la creación de sistemas automáticos de análisis que requieren modernos equipos y herramientas.

- ❖ SIGE, S.L: Es una empresa que realiza proyectos de automatización y control de procesos industriales, especializado en centrales de cogeneración, así como la monitorización

energética de instalaciones del sector terciario. Cuenta con una amplia experiencia en la implantación de Sistemas de Control Distribuido (DCS) y Sistemas de Adquisición de Datos y Control (SCADA) en el sector energético. SIGE ha desarrollado software propio para la realización de las tareas de análisis, diseño, supervisión, control y adquisición de datos. Adicionalmente, el departamento de tecnologías de la información de la empresa, ha desarrollado aplicaciones técnicas relacionadas con el sector energético que facilitan la realización de estudios de viabilidad y complejos cálculos técnicos. La sostenibilidad, el ahorro y la eficiencia energética son los objetivos resueltos en un nuevo sistema de visualización modular en formato web para los proyectos de monitorización energética de edificios. [6.]

- ❖ CIRCUTOR, S.A.: Desde su fundación en el año 1973, ésta empresa ha centrado su actividad en el diseño, fabricación y comercialización de equipos y sistemas de protección eléctrica industrial, medida y control de la energía eléctrica y compensación de la energía reactiva.

CIRCUTOR ofrece una gama de software entre los que se encuentran *Power-Vision* y *PowerStudio*. Mediante el *PowerStudio* se puede leer en tiempo real los valores instantáneos de todos los equipos CIRCUTOR y generan un histórico de datos que se guarda en una base de datos para su posterior estudio. Además mediante *PowerVision* es posible descargar los datos almacenados en los equipos que disponen de memoria interna.

El *PowerStudio* SCADA es un producto que cuenta con un módulo de alarmas, que mediante una programación previa, permite al usuario visualizar en tiempo real cualquier incidencia que ocurra en la instalación. Las alarmas pueden asociarse de una forma muy sencilla a cualquier parámetro disponible en el *PowerStudio* SCADA, ya sea un parámetro eléctrico o de proceso, con la finalidad de llevar a cabo un excelente mantenimiento preventivo de la instalación. También cuenta con un generador de informes que permite

diseñar un informe resumen donde puede aparecer cualquier variable captada y registrada por el *PowerStudio* SCADA y permite implementar consumos de energía en un período de tiempo determinado, resumen de eventos o incidentes ocurridos en la red. [7.]

Estas aplicaciones son denominadas software web, además son de muy fácil uso.

1.5. Experiencias desarrolladas en Cuba.

En nuestro país se han desarrollado diversas aplicaciones con el objetivo de almacenar las variables eléctricas haciendo uso de diferentes equipos de medición para la supervisión de la calidad y control de la energía eléctrica.

- ❖ En la Empresa Eléctrica de Villa Clara surgió un proyecto que, haciendo uso de los metrocontadores digitales programables (ABB A1700, DTSD 341 y CIRCUTOR), se puso a prueba en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Central de Las Villas “Marta Abreu”. Como parte de este proyecto se implementaron dos aplicaciones, un software que lee y almacena en una base de datos los valores de las variables eléctricas que ofrecen estos equipos y una aplicación para la visualización y supervisión de las mismas. Además se desarrolló una aplicación web en la que se ofrecían algunas de las funcionalidades que posee el Sistema de Supervisión antes mencionado pero que no realizaba un estudio sobre el análisis de la calidad energética mediante los parámetros electro-energéticos que se obtienen de analizadores digitales.

- ❖ En el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE) se realizó una aplicación que presta funcionalidades con el mismo propósito, a pesar de lo anterior, la

misma está desarrollada para la lectura sobre los analizadores programables digitales y no cuenta con una aplicación capaz de monitorizar los parámetros y emitir un resultado sobre los valores de los mismos.

1.6. Tendencia y tecnologías actuales.

Se hace necesario, para el desarrollo de la aplicación, el estudio de las tecnologías existentes en la actualidad y determinar cuales se adaptan a las necesidades que se requiere en la confección de un sistema de supervisión energética. Para ello, a continuación, se estudian dichas tecnologías y herramientas determinando sus características principales, ventajas y desventajas.

1.6.1. Aplicaciones Web.

Con el surgimiento de internet y el desarrollo de las redes privadas, denominadas intranet, se produce una mayor cantidad de información en las redes, y por tanto se hizo necesaria la creación de aplicaciones web más potentes y seguras. Actualmente se desarrollan aplicaciones para muchas funcionalidades.

Una aplicación Web es un programa que los usuarios pueden utilizar accediendo a un servidor web a través de internet o de una intranet mediante un navegador. Es un software basado en tecnologías y estándares de W3C que provee recursos específicos tales como contenidos y servicios a través de una interfaz de usuario a la que puede accederse utilizando un navegador Web.

Las aplicaciones web son populares debido a lo práctico del navegador web como cliente ligero, así como a la facilidad para actualizar y mantener aplicaciones web sin distribuir e instalar software a miles de usuarios potenciales.

Las aplicaciones web se han convertido en pocos años en complejos sistemas con interfaces de usuario cada vez más parecidas a las aplicaciones de escritorio, dando servicio a procesos de negocio de considerable envergadura y estableciéndose sobre ellas requisitos estrictos de accesibilidad y respuesta. Esto ha exigido reflexiones sobre la mejor arquitectura y las técnicas de diseño más adecuadas. [8].

La existencia de aplicaciones como los web mail, wikis, weblogs y tiendas en línea son ejemplos bien conocidos de aplicaciones web.

Ventajas.

- No es necesaria su instalación, por lo general no depende de ningún software.
- Se puede acceder a ellas desde cualquier ordenador con conexión a internet.
- Brindan privacidad para acceder a los datos.
- Su desarrollo es barato, sencillo y rápido.
- Se puede acceder sin necesidad de distribución y con pocos requerimientos técnicos, no es necesario que el usuario tenga conocimiento avanzado de computación.
- Datos centralizados y fácil integración de datos de múltiples fuentes.
- No hay discriminación, generalmente, acerca del sistema operativo del usuario, aunque exista por parte del servidor.
- Permiten el desarrollo de comunidades que dan valor a las aplicaciones.

Desventajas.

- Las aplicaciones no están al alcance de todos los usuarios porque no existe una conexión permanente y rápida a internet.
- La falta de estándares ampliamente soportados dificulta el desarrollo de las aplicaciones web.

1.6.2. Arquitectura del Software.

La arquitectura del software, según la norma IEEE 1471-2000, es la organización fundamental de un sistema, encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución. [9.]

Una arquitectura de software, también denominada Arquitectura Lógica, consiste en un conjunto de patrones y abstracciones coherentes que proporcionan el marco de referencia necesario para guiar la construcción del software para un sistema de información. Establece los fundamentos para que analistas, diseñadores, programadores, etc. trabajen en una línea común que permita alcanzar los objetivos del sistema de información, cubriendo todas las necesidades.

1.6.2.1. Arquitectura Cliente-Servidor.

Entre los componentes principales de esta arquitectura están el servidor web, una red y un navegador o un cliente, a esto se le suman las aplicaciones dentro del servidor. En este modelo

las aplicaciones se dividen de forma que el servidor contiene la parte que debe ser compartida por varios usuarios, y en el cliente permanece sólo lo particular de cada usuario.

Un sistema cliente/servidor funciona tal como se detalla en el siguiente diagrama:

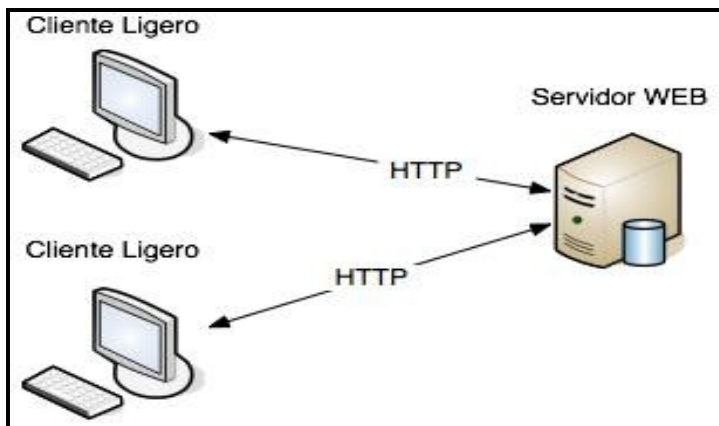


Fig. 1.2: Modelo Cliente-Servidor.

Ventajas.

El modelo cliente/servidor se recomienda, en particular, para redes que requieran un alto grado de fiabilidad. Las principales ventajas son:

- Recursos centralizados: debido a que el servidor es el centro de la red, puede administrar los recursos que son comunes a todos los usuarios, por ejemplo: una base de datos centralizada se utilizaría para evitar problemas provocados por datos contradictorios y redundantes.
- Seguridad mejorada: ya que la cantidad de puntos de entrada que permite el acceso a los datos no es importante.

- Administración al nivel del servidor: ya que los clientes no juegan un papel importante en este modelo, requieren menos administración.
- Red escalable: gracias a esta arquitectura, es posible quitar o agregar clientes sin afectar el funcionamiento de la red y sin la necesidad de realizar mayores modificaciones.

Desventajas.

La arquitectura cliente/servidor también tiene las siguientes desventajas:

- Costo elevado: debido a la complejidad técnica del servidor.
- Un eslabón débil: el servidor es el único eslabón débil en la red de cliente/servidor, debido a que toda la red está construida en torno a él. Afortunadamente, el servidor es altamente tolerante a los fallos.
- El cliente envía una solicitud al servidor mediante su dirección IP y el puerto, que está reservado para un servicio en particular que se ejecuta en el servidor.
- El servidor recibe la solicitud y responde con la dirección IP del equipo cliente y su puerto.

1.6.2.2. Patrón Arquitectónico Modelo Vista-Controlador.

El patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC) describe una forma, muy utilizada en el web, de organizar el código de una aplicación separando los datos de la misma, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos.

- **Modelo:** Representación específica de la información con la cual el sistema opera. La lógica de datos asegura la integridad de éstos. Representa la información con la que trabaja la aplicación, es decir, su lógica de negocio.
- **Vista:** Transforma el modelo en una página web que permite al usuario interactuar con ella
- **Controlador:** Se encarga de procesar las interacciones del usuario y realiza los cambios apropiados en el modelo o en la vista.

La principal ventaja de esta separación reside en la facilidad para realizar cambios en la aplicación puesto que cuando se realiza un cambio de bases de datos, programación o interfaz de usuario solo se modifica uno de los componentes, además se puede modificar uno de los componentes sin conocer cómo funcionan los otros. El controlador puede ver clases del modelo, pero no de la vista, permitiendo el cambio de la interfaz sin afectar la lógica de negocio y las clases de la Vista pueden ver las clases del modelo y del controlador

Symfony está basado en el patrón arquitectónico MVC y a continuación se representan las relaciones presentes en el mismo.

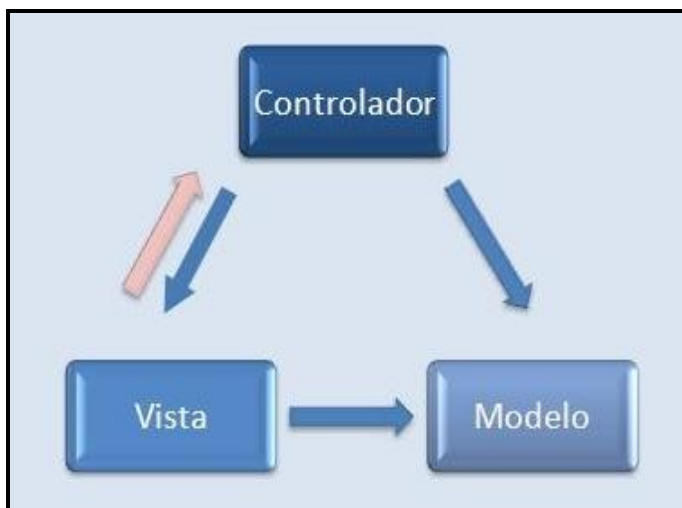


Fig. 1.3: Modelo Vista-Controlador.

El ciclo de vida de MVC es normalmente representado por las 3 capas presentadas y el cliente. El siguiente diagrama representa el ciclo de vida:

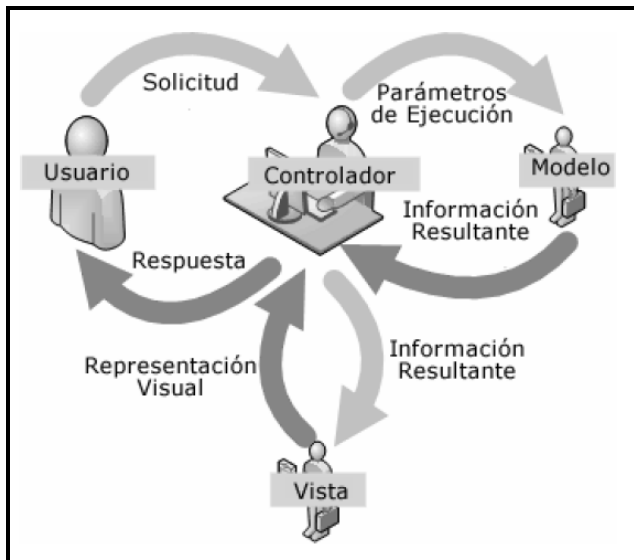


Fig. 1.4: Ciclo de vida del Modelo Vista-Controlador.

El primer paso en el ciclo de vida empieza cuando el usuario hace una solicitud al Controlador con información sobre lo que el usuario desea realizar. Entonces el Controlador decide a quién debe delegar la tarea y es aquí donde el Modelo empieza su trabajo. En esta etapa, el Modelo se encarga de realizar operaciones sobre la información que maneja para cumplir con lo que le solicita el Controlador. Una vez que termina su labor, le regresa al Controlador la información resultante de sus operaciones, el cual a su vez dirige a la Vista. La Vista se encarga de transformar los datos en información visualmente entendible para el usuario. Finalmente, la representación gráfica es transmitida de regreso al Controlador y éste se encarga de transmitírsela al usuario. El ciclo entero puede empezar nuevamente si el usuario así lo requiere.

Ventajas

- La separación del modelo de la vista, es decir, separa los datos de la representación visual de los mismos.
- Es mucho más sencillo agregar representaciones de los mismos datos o información.
- Facilita agregar nuevos tipos de datos según sea requerido por la aplicación ya que son independientes del funcionamiento de las otras capas.
- Crea independencia de funcionamiento.
- Facilita el mantenimiento en caso de errores.
- Ofrece maneras más sencillas para probar el correcto funcionamiento del sistema.
- Permite el escalonamiento de la aplicación en caso de ser requerido.

Desventajas

- La cantidad de archivos a mantener y desarrollar se incrementa considerablemente.

1.6.3. Lenguajes de Programación Web.

Desde los inicios de Internet, fueron surgiendo diferentes demandas por los usuarios y se dieron soluciones mediante lenguajes estáticos. A medida que paso el tiempo, las tecnologías fueron desarrollándose y surgieron nuevos problemas a dar solución. Esto dio lugar a desarrollar lenguajes de programación dinámicos para la web, que permitieran interactuar con los usuarios y utilizaran sistemas de bases de datos.

La programación web parte de las siglas WWW, que significan *World Wide Web* o telaraña mundial.

Existen tres conceptos a tener presentes en la confección de un sistema utilizando la programación web:

- ✓ URL (*Uniform Resource Locators*): sistema mediante el cual se localiza un recurso dentro de la red, este recurso puede ser una página web, un servicio, etc.
- ✓ Protocolo HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*): se encarga de llevar la información que contiene una página por toda la red de Internet.
- ✓ Lenguaje HTML (*Hypertext Markup Language*): cuya funcionalidad es representar cualquier clase de información que se encuentre almacenada en una página.

1.6.3.1. PHP 5.

PHP (acrónimo recursivo de PHP: *Hypertext Pre-processor*), inicialmente se llamó *Personal Home Page*. Surgió en 1995, desarrollado por *PHP Group*. Es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Generalmente se ejecuta en un servidor web, tomando el código en PHP como su entrada y creando páginas web como salida. Puede ser desplegado en la mayoría de los servidores web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno. Esta diseñado específicamente para ser un lenguaje más seguro, para escribir programas y con la selección correcta de configuración en tiempos de compilación y ejecución, y siguiendo algunas prácticas correctas de programación.

PHP es un lenguaje de script interpretado en el lado del servidor utilizado para la generación de páginas web dinámicas, embebidas en páginas HTML y ejecutadas en el servidor. PHP no necesita ser compilado para ejecutarse. Para su funcionamiento necesita tener instalado Apache

o IIS con las librerías de PHP. La mayor parte de su sintaxis ha sido tomada de C, Java y Perl con algunas características específicas. Los archivos cuentan con la extensión `(.php)`. **[10.]**

Ventajas.

- Fácil de aprender.
- Se caracteriza por ser un lenguaje simple y muy rápido.
- Soporta en cierta medida la orientación a objetos. Clases y Herencias.
- Similar en sintaxis a C y a PERL.
- El análisis léxico para recoger las variables que se pasan en la dirección lo hace PHP de forma automática, librándose el usuario de tener que separar las variables y sus valores.
- Se puede incrustar código PHP con etiquetas HTML.
- La comprobación de la validez de los parámetros se hace en el servidor y no en el cliente, como se realiza con Java Script, de forma que se puede chequear que no se reciban solicitudes adulteradas.
- Es un lenguaje multiplataforma. Windows, Linux, entre otros.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de bases de datos: MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, entre otros.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos.
- Posee documentación en su página oficial la cual incluye descripción y ejemplos de cada una de sus funciones.
- Es libre, por lo que se representa como una alternativa de fácil acceso para todos por su disponibilidad bajo la licencia GPL.

- Incluye gran cantidad de funciones.
- No requiere definición de tipos de variables ni manejo detallado del bajo nivel.

Desventajas.

- Se necesita instalar en un servidor.
- Todo el trabajo lo realiza el servidor y no delega funcionalidades al cliente, por tanto puede ser más ineficiente a medida que las solicitudes aumenten de número.
- La legibilidad del código puede verse afectada al mezclar sentencias HTML y PHP.
- La programación orientada a objetos es aún muy difícil para aplicaciones grandes.
- Dificulta la modularización.
- Dificulta la organización por capas de aplicaciones.

1.6.3.2. JavaScript.

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, es decir, que no requiere compilación. Es utilizado principalmente en páginas web, posee una sintaxis semejante a la del lenguaje Java y el lenguaje C. No es un lenguaje orientado a objeto, ya que no dispone de herencia. Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado dentro de las páginas web.

El código JavaScript puede ser integrado dentro de las páginas web. Para evitar incompatibilidades el *World Wide Web Consortium (W3C)* diseñó un estándar denominado DOM (*Document Object Model*- Modelo de Objetos del Documento). **[10.]**

Los programas JavaScript van incrustados en los documentos HTML, y se encargan de realizar acciones en el cliente, como por ejemplo ser pedir datos, confirmaciones, mostrar mensajes, crear animaciones, comprobar campos, etc.

Ventajas.

- Lenguaje de scripting seguro y fiable.
- No requiere tiempo de compilación.
- Los script tienen capacidades limitadas por razones de seguridad.
- Es independiente de la plataforma de hardware o sistema operativo, siempre y cuando exista un navegador con soporte JavaScript.
- No requieren mucha memoria ni tiempo adicional de transmisión.
- Al incluirse dentro de las mismas páginas HTML se reduce el número de accesos independientes a la red.
- Posee características de interfaz como cuadros de diálogos, formularios, etc., que son gestionados por el navegador y por el código HTML.

Desventajas.

- Código visible por cualquier usuario.
- No es posible ocultar el código fuente.
- El código debe descargarse completamente antes de poder ejecutarse.

- Puede poner en riesgo la seguridad del sitio, con el actual problema llamado XSS (*Cross Site Scripting* renombrado a XSS por su similitud con las hojas de estilo CSS).
- Los métodos integrados que posee son insuficientes para gestionar la totalidad de documentos y ventanas.

1.6.3.3. Ajax.

AJAX (acrónimo de *Asynchronous JavaScript And XML*) es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas o RIA (*Rich Internet Applications*). Estas aplicaciones se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios mientras se mantiene la comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano. De esta forma es posible realizar cambios sobre las páginas sin necesidad de recargarlas, lo que significa aumentar la interactividad, velocidad y usabilidad en las aplicaciones.

AJAX es una combinación de cuatro tecnologías ya existentes:

- ❖ XHTML (o HTML) y hojas de estilos en cascadas (CSS) para el diseño que acompaña a la información.
- ❖ DOM accedido con un lenguaje de scripting por parte del usuario, especialmente implementaciones *ECMAScript* como JavaScript y JScript, para mostrar e interactuar dinámicamente con la información presentada.
- ❖ El objeto *XMLHttpRequest* para intercambiar datos de forma asíncrona con el servidor web. En algunos *frameworks* y en algunas situaciones concretas, se usa un objeto *iframe* en lugar del *XMLHttpRequest* para realizar dichos intercambios.

- ❖ XML es el formato usado generalmente para la transferencia de datos solicitados al servidor, aunque cualquier formato puede funcionar, incluyendo HTML pre formateado, texto plano, JSON y hasta EBML.

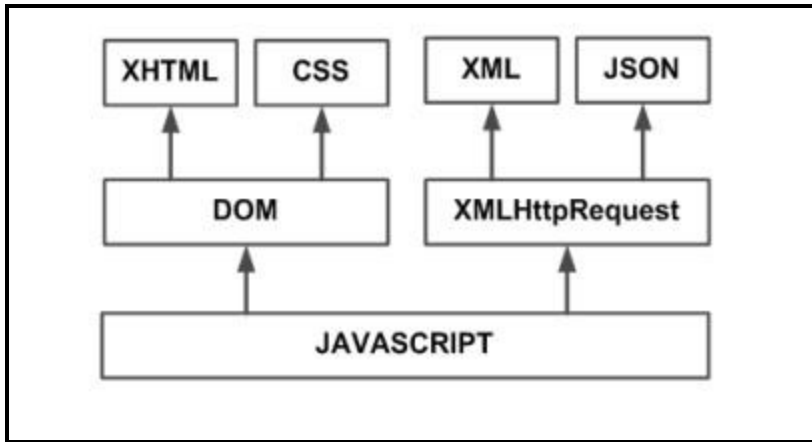


Fig. 1.5: Tecnologías agrupadas bajo el concepto de AJAX.

AJAX no constituye una tecnología en sí, es un término que engloba a un grupo de éstas tecnologías que trabajan conjuntamente.

Ventajas. [11.]

- Compatible con Flash.
- Fácil utilización.
- Mejora la estética de la Web.
- La experiencia de usuario en la navegación es mucho más rica.

- Ya no se refresca la página constantemente al interactuar con ella.
- El tiempo de espera para una petición se reduce ya que no se envía toda la página cuando el usuario realiza un pedido (*request*) al servidor.
- Por la misma razón anterior el tráfico al servidor se reduce.
- Válido en cualquier plataforma del navegador.
- Independiente del tipo de tecnología que utilice el servidor.

Desventajas.

- Falta de integración con el botón retroceder del navegador. Se debe tener en cuenta al intentar guardar funcionalidad con este botón.
- Falta de soporte para todos los navegadores. Aunque esto se va reduciendo, el problema se presenta por la falta de soporte para JavaScript y *XMLHttpRequest*.
- Se presentan problemas si el usuario ha deshabilitado el uso de JavaScript en su navegador.
- No se pueden recomendar *links* específicos. Si se hace que toda la web sea interactiva, no podremos recomendar algún *link*, ya que el contenido fue generando dinámicamente.
- Demasiado código Ajax hace lento el navegador. Cuanto más se utiliza Ajax, más uso de código JavaScript del lado del browser, por consiguiente mayor trabajo del mismo y por tanto el rendimiento del CPU puede verse afectado.

1.6.4. Sistema de Gestión de Base de Datos.

Una base de datos constituye un conjunto de información almacenada en memoria auxiliar, que permite acceso directo y un conjunto de programas que manipulan esos datos, que se encuentran estructurados y organizados independientemente de su utilización.

Un Sistema Gestión de Bases de Datos-SGBD (*Data Base Management System-DBMS*) consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a esos datos. El objetivo primordial de un SGBD es proporcionar un entorno conveniente y eficiente para ser utilizado al extraer y almacenar información de la base de datos y a la vez proporcione el acceso controlado a la misma.

Entre las principales características de los sistemas de base de datos se pueden mencionar las siguientes: **[12.]**

- ✓ Independencia lógica y física de los datos.
- ✓ Redundancia mínima.
- ✓ Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
- ✓ Integridad de los datos.
- ✓ Consultas complejas optimizadas.
- ✓ Seguridad de acceso y auditoría.
- ✓ Respaldo y recuperación.
- ✓ Acceso a través de lenguajes de programación estándar.

1.6.4.1. PostGreSQL.

PostgreSQL es un sistema de gestión de base de datos relacional orientada a objetos de software libre, publicado bajo la licencia BSD³. Entre sus características más sobresalientes está la del soporte variado de tipos de datos como: fecha, monetario y gráfico .Permite, además, la creación de tipos propios.

El uso de la base de datos PostgreSQL es cada vez más amplia en las empresas que buscan un servidor de base de datos altamente sofisticado, con alto rendimiento, estable y capacitado para lidiar con grandes volúmenes de datos. El hecho de ser un producto *Open Source*, sin costos de licencia, convierte al PostgreSQL en una alternativa extremadamente atractiva para las empresas que buscan un ahorro significativo de costos en activos. **[13.]**

Ventajas.

- Instalación ilimitada.
- Mejor soporte que los proveedores comerciales.
- Ahorros considerables en costos de operación.
- Estabilidad y confiabilidad legendarias.
- Extensible.
- Multiplataforma.
- Diseñado para ambientes de alto volumen.

³ Es la licencia original de una distribución de Software: *Berkeley Software Distribution*, que se convirtió en un derivativo de UNIX realizado por la Universidad de California, Berkeley. Se habla de BSD UNIX.

- Herramientas gráficas de diseño y administración de bases de datos.

Desventajas.

- Sobre la plataforma de Windows en ocasiones se vuelve inestable.
- Sobre plataformas Windows no tiene el beneficio de años de uso en ambientes de producción que tiene sobre plataformas Unix.

1.6.4.2. Servidor Apache.

Apache es un servidor web de código abierto, multiplataforma, modular, y adaptado a los nuevos protocolos HTTP 1.1. El servidor Apache se desarrolla dentro del proyecto *HTTP Server* (httpd) de la *Apache Software Foundation*. Entre las principales características de este servidor esta la presentación de mensajes de error altamente configurables, datos de autenticación y negociado de contenido. Se ha adaptado siempre a una gran variedad de entornos a través de su diseño modular. En los inicios fue criticado por no tener una interfaz grafica que ayudara al usuario en su configuración. En el 2005 fue empleado en alrededor del 70% de los sitios web.

Ventajas.

- Multiplataforma.
- Es un servidor de web conforme al protocolo HTTP/1.1.

- Modular: puede ser adaptado a diferentes entornos y necesidades, con los diferentes módulos de apoyo que proporciona, y con la API de programación de módulos, para el desarrollo de módulos específicos.
- Basado en hebras en la versión 2.0.
- Soporta CGI, Perl, PHP.
- Soporte para Bases de datos.
- Incentiva la realimentación de los usuarios, obteniendo nuevas ideas, informes de fallos y parches para la solución de los mismos.
- Se desarrolla de forma abierta.
- Extensible: gracias a ser modular se han desarrollado diversas extensiones entre las que destaca PHP, un lenguaje de programación del lado del servidor.
- El paquete del servidor es más flexible en tiempo de ejecución porque el proceso actual del servidor puede ser ensamblado en tiempo de ejecución por medio de *LoadModule* en `httpd.conf` en lugar de hacerlo por medio de la configuración en tiempo de compilación.
- El paquete del servidor puede ser fácilmente ampliado con módulos de terceros incluso después de la instalación.

Desventajas.

- El mecanismo *DSO* no puede ser usado en todas las plataformas porque no todos los sistemas operativos soportan carga dinámica del código en el espacio de direcciones de un programa.

- El servidor es aproximadamente un 20% más lento en su arranque debido a la sobrecarga que la resolución representa para el cargador (*loader*).
- El servidor es aproximadamente un 5% más lento en su ejecución bajo algunas plataformas porque el PIC (*Position Independent Code*) necesita maniobras complicadas para direccionamiento dinámico, que no es necesariamente tan rápido como el direccionamiento absoluto.

1.6.5. Framework.

En el desarrollo de software, un *framework* es una estructura definida de soporte, mediante la cual otro proyecto de software puede organizar y desarrollar. Puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros software para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Un *framework* simplifica el desarrollo de una aplicación mediante la automatización de algunos de los patrones utilizados para resolver las tareas comunes. Además, un *framework* proporciona estructura al código fuente, forzando al desarrollador a crear código más legible y más fácil de mantener, facilitando la programación de aplicaciones, ya que encapsula operaciones complejas en instrucciones sencillas. [14.]

Un *framework* facilita el desarrollo de software, permitiendo a los diseñadores y programadores pasar más tiempo identificando requerimientos de software que tratando con los tediosos detalles de bajo nivel de proveer un sistema funcional. [14.]

1.6.5.1. ExtJS.

ExtJS es un *framework* JavaScript para interfaces avanzadas. Amparado bajo GPLv3, nace como solución a tareas comunes pero complejas. Este *framework* es completamente basado en programación orientada a objetos, cada objeto contiene lo típico: propiedades, métodos, eventos etc.

ExtJS basa toda su funcionalidad en Java Script a través de librerías: YUI, jQuery y Prototype/Script.aculo.us y un *core* interno poderoso. Así, en tiempo de ejecución carga y crea todos los objetos html a través del uso intenso del. Los datos son obtenidos mediante AJAX a través de XML y JSON

Ventajas.

- La programación orientada a objetos permite modular todos los scripts.
- El diseño está completamente separado de la funcionalidad.
- Funciones comunes como validación, *combox* editables, ventanas arrastrables que incluyen minimizar y maximizar, grillas editables, son muy fáciles de implementar.
- Buena y amplia documentación, así como también su comunidad.

Desventajas.

- Crear un sistema serio con esta herramienta requiere un previo uso prolongado, ya que cuenta con muchos nuevos objetos en su extensa y bien documentada API
- El tiempo de aprendizaje puede llegar a compararse con aprender a programar en un lenguaje nuevo.
- Al estar todo el sitio en JavaScript, no podrá ser accesible para los buscadores, limitando su uso a sistemas y no sitios web.

1.6.5.2. Symfony.

Symfony es un completo *framework* diseñado para optimizar, gracias a sus características, el desarrollo de las aplicaciones web. Symfony se encarga de separar la lógica de negocio, la lógica de servidor y la presentación de la aplicación web. Proporciona varias herramientas y clases encaminadas a reducir el tiempo de desarrollo de una aplicación web compleja. Automatiza las tareas más comunes, permitiendo al desarrollador dedicarse por completo a los aspectos específicos de cada aplicación. [14.]

Symfony está desarrollado completamente con PHP 5. Ha sido probado en numerosos proyectos reales y se utiliza en sitios web de comercio electrónico de primer nivel. Symfony es compatible con la mayoría de gestores de bases de datos, como MySQL, PostgreSQL, Oracle y Microsoft SQL Server. Se puede ejecutar tanto en plataformas *nix (Unix, Linux, etc.) como en plataformas Windows. [14.]

Ventajas.

- Fácil de instalar y configurar en la mayoría de las plataformas y con la garantía de que funciona correctamente en los sistemas Windows y *nix estándares.
- Independiente del sistema gestor de bases de datos.
- Sencillo de usar en la mayoría de los casos, pero lo suficientemente flexible como para adaptarse a los casos más complejos.
- Basado en la premisa de “convenir en vez de configurar”, en la que el desarrollador solo debe configurar aquello que no es convencional.
- Sigue la mayoría de las mejores prácticas y patrones de diseño para la web.

- Preparado para aplicaciones empresariales y adaptables a las políticas y arquitecturas propias de cada empresa, además de ser lo suficientemente estable como para desarrollar aplicaciones a largo plazo.
- Código fácil de leer que incluye comentarios de *phpDocumentor* y que permite un mantenimiento muy sencillo.
- Fácil de extender, lo que permite su integración con las librerías de otros fabricantes.

Desventajas.

- No se puede modificar el esquema de base de datos que incluyen los *plugins* más complejos de Symfony.

1.6.6. Proceso de Desarrollo del Software.

Cuando se selecciona e implementa un proceso de desarrollo, es muy importante tener una idea general, de cuál es el proceso que se utilizará y apegarse a él en todos los niveles de la organización.

1.6.6.1. OpenUp.

OpenUP/Basic es un *framework* de procesos de desarrollo de software de código abierto. Es un proceso modelo y extensible, dirigido a gestión y desarrollo de proyectos de software basados en

desarrollo iterativo, ágil e incremental y es aplicable a un conjunto amplio de plataformas y aplicaciones de desarrollo.

Permite un abordaje ágil al proceso de desarrollo de software, con sólo proveer un conjunto simplificado de contenidos, fundamentalmente relacionados con orientación, productos de trabajo, roles, y tareas. Está basado en RUP (*Rational Unified Process*).

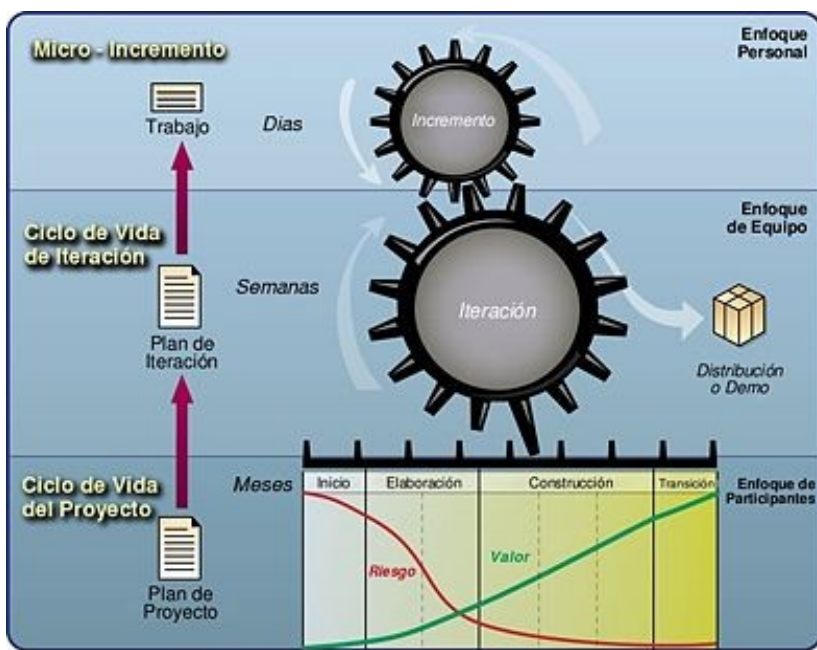


Fig. 1.6: Capas OpenUp.

OpenUP/Basic procura un equilibrio entre las necesidades de los involucrados con los resultados del proyecto y los costos técnicos y desarrolla un ciclo de vida interactivo que mitiga el riesgo a tiempo y ofrece demostrar resultados en curso al cliente del proyecto.

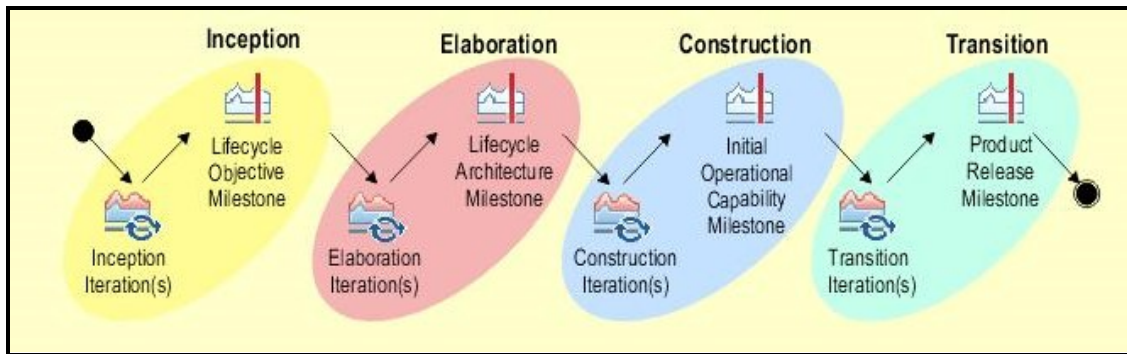


Fig. 1.7: Fases de la metodología OpenUp.

OpenUP está caracterizado por cuatro principios básicos interrelacionados: [15.]

- Colaboración para unificar intereses y compartir conocimientos.
- Equilibrio de prioridades competentes a maximizar el valor de los involucrados con el resultado del proyecto.
- Enfoque en la articulación de la arquitectura.
- Desarrollo continuo para obtener realimentación y realizar las mejoras respectivas. OpenUP/Basic se centra en articular la arquitectura para facilitar la colaboración técnica, reducir el riesgo y minimizar el sobre-esfuerzo de desarrollo.

En el desarrollo de la aplicación se utiliza la metodología OpenUp por las siguientes características:

- ✓ Es un proceso ágil de desarrollo del software.
- ✓ Es extensible ya que en el proceso se pueda agregar o adaptar según lo vayan requiriendo los sistemas.

- ✓ Es ligero y proporciona una comprensión detallada del proyecto, beneficiando a clientes y desarrolladores sobre productos a entregar y su formalidad.
- ✓ Se centra en una arquitectura temprana para reducir al mínimo los riesgos y organizar el desarrollo.
- ✓ OpenUp es la metodología utilizada por desarrolladores de alto nivel en casi todo el mundo por sus altas cualidades administrativas.

1.6.6.2. UML.

Lenguaje Unificado de Modelado (UML- *Unified Modeling Language*) es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un sistema de software orientado a objetos. No es un método de desarrollo, lo que significa que no se sirve para determinar qué hacer en primer lugar o como diseñar el sistema, sino que simplemente le ayuda a visualizar el diseño y a hacerlo más accesible para otros.

UML ofrece un estándar para describir un plano del sistema, incluyendo aspectos conceptuales tales como procesos de negocio y funciones del sistema, y aspectos concretos como expresiones de lenguajes de programación, esquemas de bases de datos y componentes reutilizables.

UML se compone de muchos elementos de esquematización que representan las diferentes partes de un sistema de software. Los elementos UML se utilizan para crear diagramas, que representa alguna parte o punto de vista del sistema.

A continuación se enumeran los 9 diagramas que forman la base de UML, y dictan la manera en que es diseñado un sistema:

- ✓ Diagrama de Casos de Uso.
- ✓ Diagrama de Clases.
- ✓ Diagrama de Objeto.
- ✓ Diagrama de Secuencia.
- ✓ Diagrama de Colaboración.
- ✓ Diagrama de Estado.
- ✓ Diagrama de Actividad.
- ✓ Diagrama de Componentes.
- ✓ Diagrama de Ejecución.

1.6.7. Herramientas Utilizadas.

1.6.7.1. Visual Paradigm.

Visual Paradigm (Paradigma Visual) es una herramienta UML que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. El software de modelado UML ayuda a una más rápida construcción de aplicaciones de calidad, mejores y a un menor coste.

Permite dibujar todos los tipos de diagramas de clases, código inverso, generar código desde diagramas y generar documentación. La herramienta UML CASE también proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML.

Visual Paradigm para UML apoya 13 diagramas UML. Los diagramas UML soportados son:

- ✓ Diagrama de Clases.
- ✓ Diagrama de Casos de Uso.
- ✓ Diagrama de Secuencia.
- ✓ Diagrama de Comunicación.
- ✓ Diagrama de Máquina de Estados.
- ✓ Diagrama de Actividades.
- ✓ Diagrama de Componentes.
- ✓ Diagrama de Despliegue.
- ✓ Diagrama de Paquetes.
- ✓ Objetos de Diagrama.
- ✓ Diagrama de Estructura Compuesta.
- ✓ Calendario de Diagrama.
- ✓ Diagrama de Visión General de Integración.

Características.

- Entorno de creación de diagrama para UML 2.1.
- Diseño centrado en casos de uso y enfocado al negocio que generan software de mayor calidad.
- Uso de un lenguaje estándar común a todo equipo de desarrollo que facilita la comunicación.
- Capacidades de ingeniería directa (versión profesional) e inversa.
- Modelo y código que permanece sincronizado en todo el ciclo de desarrollo.
- Disponibilidad de múltiples versiones, para cada necesidad.
- Disponibilidad de integrarse en los principales entornos de desarrollo.
- Disponibilidad en múltiples plataformas.

1.6.7.2. Eclipse PHP *Development Tools* (PDT).

Eclipse es un Entorno Integrado de Desarrollo, IDE (*Integrated Development Environment*), inicialmente desarrollado por IBM, y actualmente destinado por la Fundación Eclipse, de código abierto, multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido", opuesto a las aplicaciones "Cliente-liviano" basadas en navegadores.

Es una herramienta para el programador, desarrollada principalmente para la creación de aplicaciones Java, facilitando al máximo la gestión de proyectos colaborativos, es posible también exportar e importar proyectos mediante ésta herramienta.

Es posible añadir nuevas funcionalidades al editor, a través de nuevos módulos (*plugins*), para programar en otros lenguajes de programación además de Java como C/C++, PHP, Python, Ruby, Cobol, etc.

Características.

- Multiplataforma (GNU/Linux, Solaris, Mac OSX, Windows).
- Soportado para distintas arquitecturas (x86, x64, etc.).
- Estructura de *plugins* que hace sencillo añadir nuevas características y funcionalidades.
- Control de versiones con cvs o con subversión (con subclipse).
- Resaltado de sintaxis, autocompletado, tabulador de un bloque de código seleccionado, compilación en tiempo real, refactorización, pruebas unitarias con *Junit*, entre otras.
- Asistentes (*wizards*): para la creación, exportación e importación de proyectos; para generar esqueletos de códigos (*templates*), etc.

1.7. Conclusiones.

El estudio de las terminologías y conceptos abordados, permitió comprender y ampliar conocimientos sobre la importancia actual del análisis de la calidad energética.

Se logró profundizar en el estudio de las herramientas a utilizar determinando que la aplicación fuese web, para brindar al usuario final facilidades de acceso y respuesta. La metodología a utilizar en el desarrollo de software es OpenUp realizándose el modelado del sistema en UML,

ExtJS y Symfony como *frameworks* de desarrollo. Las herramientas para el desarrollo del componente son Visual Paradigm y Eclipse PHP *Development Tools* utilizándose los lenguajes de programación PHP 5, JavaScript y Ajax.

La influencia que se le confiere, en la economía y en la sociedad, al proceso de automatizar el control y la supervisión energética en el mundo y en Cuba, fundamentan el desarrollo del componente Análisis de la Calidad Energética en el Proyecto Supervisión Energética.

Capítulo 2: Descripción de la solución propuesta.

2.1. Introducción

En este capítulo se describe el sistema a desarrollar identificando sus funcionalidades, se presenta la solución propuesta con vista a satisfacer el problema científico planteado con anterioridad. Se define la visión del sistema y se detallan requerimientos funcionales y no funcionales. Se desarrolla la visión de la arquitectura a través del análisis de los requerimientos con impacto en la misma, estableciéndose una línea base arquitectónica del sistema mediante la metodología OpenUp.

2.2. Objeto de Automatización.

Se pretende automatizar el proceso de análisis de la calidad de la energía eléctrica mediante la supervisión de los parámetros eléctricos obtenidos de analizadores digitales, para lo cual se implementa un sistema útil y revolucionario en el servicio energético para las empresas.

2.3. Información que se maneja.

Información referente al comportamiento de variables electro-energéticas: los usuarios del sistema tienen acceso a toda la información referente al comportamiento de las variables eléctricas según los permisos o privilegios que se le otorgan por su responsabilidad y actividad en el sistema.

Las variables o parámetros determinados:

- Frecuencia.
- Tensión.
- Factor de Potencia.
- Armónicos de Tensión.
- Armónicos de Corriente.

2.4. Propuesta de solución.

La aplicación brinda a las empresas y a la UCI un componente o funcionalidad que permite realizar un análisis de la calidad de la energía eléctrica, poniendo a disposición un sistema que muestra e informa el comportamiento de los parámetros eléctricos disponibles y almacenados en la base de datos y en tiempo real.

El sistema se desarrolla de manera tal que el usuario, previamente autenticado y con los permisos pertinentes, visualice una vista de interfaz en la que se le permite configurar y analizar los parámetros energéticos influyentes en la calidad de la energía eléctrica. El sistema se

desarrolla de manera que sea, para el usuario, fácil de usar, seguro⁴ y básico para todo aquel que posea conocimientos de electricidad y computación.

2.5. Inicio del sistema: Concepción.

Es la primera fase que guía el trabajo de concepción del sistema, donde se determinan el alcance, los objetivos y la viabilidad. Se determina la funcionalidad clave del sistema decidiendo cuáles son los requerimientos importantes en el desarrollo de la aplicación.

Se realiza la modelación del negocio describiendo brevemente las funcionalidades y procesos así como la identificación de quiénes participan y qué actividades deben ser automatizadas.

Se liberan los siguientes artefactos de importancia en la elaboración del sistema:

- ✓ Glosario.
- ✓ Documento Visión.
- ✓ Especificación de requerimientos funcionales.
- ✓ Especificación de requerimientos de apoyo.
- ✓ Modelo de Casos de Uso del negocio.
- ✓ Modelo de Casos de Uso del sistema.
- ✓ Casos de Uso.

⁴ Ver Trabajo de Diploma "Módulo de planificación para el sistema Supervisión Energética." Autores: Yudisleidy Sánchez Ramos y Ángel Rodríguez Torres. UCI, Cuba, Ciudad de la Habana, 2009

2.5.1. Glosario.

Este artefacto generado define términos importantes usados en el sistema desde su concepción. Estos términos son la base para la colaboración efectiva con el cliente y los demás miembros del equipo de trabajo. Provee un vocabulario común.

- ✓ Calidad: constituye el grado de satisfacción del cliente con respecto al servicio o el producto, en este caso la energía eléctrica. Esta satisfacción se comprueba mediante los parámetros eléctricos obtenidos de analizadores digitales.
- ✓ Energía Eléctrica: es el producto que está siendo evaluado y presto a análisis mediante los parámetros determinados.
- ✓ Empresa: consumidor del producto.
- ✓ Especialista Energético: usuario que interactúa con el sistema.
- ✓ Analizador de redes: equipo mediante el cual se obtienen los valores de los parámetros electro-energéticos.
- ✓ Frecuencia: parámetro obtenido del analizador y que determina las variaciones de frecuencia en un sistema eléctrico de corriente alterna cuando se produce una alteración del equilibrio entre carga y generación.
- ✓ Tensión: parámetro obtenido del analizador y que determina variación de tensión cuando hay una alteración en la amplitud y, por lo tanto, en el valor eficaz de la onda de tensión.
- ✓ Factor de Potencia: parámetro obtenido del analizador. Se denomina factor de potencia al cociente entre la potencia activa y la potencia aparente, que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura.

- ✓ Armónicos de tensión y Armónicos de corriente: parámetros obtenidos del analizador. Cuando la onda de corriente o de tensión medida en cualquier punto de un sistema eléctrico se encuentra distorsionada, con relación a la onda sinusoidal que idealmente se debería encontrar, se dice que se trata de una onda contaminada con componentes armónicas.

2.5.1.1. Diagrama Conceptual.

En la siguiente representación visual se muestran los conceptos u objetos del mundo real significativos para el problema que se quiere resolver y las relaciones que se establecen entre dichos conceptos.

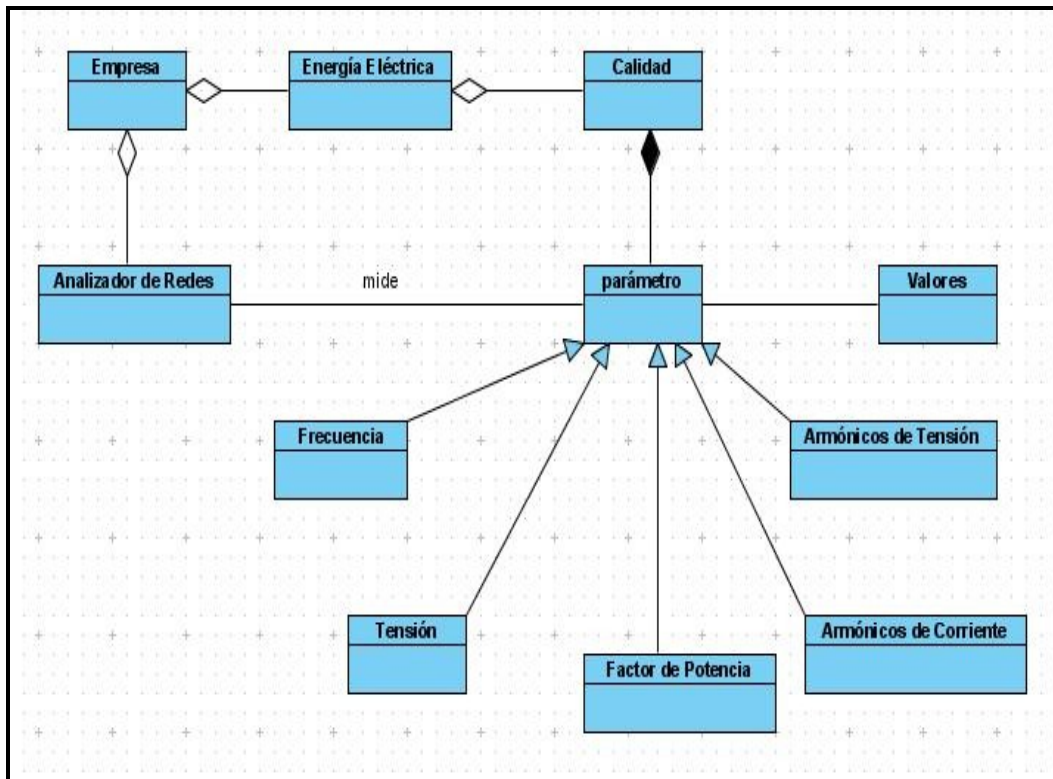


Fig. 2.1: Modelo Conceptual.

2.5.2. Documento Visión. [Ver Anexo 1.](#)

Artefacto que contiene la definición de la vista del proyecto deseada por el usuario a ser implementada, especificando en términos del usuario las necesidades y características claves del producto. Describe el entorno con los futuros requerimientos del sistema.

2.5.3. Especificación de Requerimientos Funcionales.

Los requerimientos funcionales o capacidades y condiciones que el sistema debe cumplir son las siguientes:

RF 1. Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.

RF 1.1 Analizar Frecuencia.

RF 1.1.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.1.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.1.1.2 Mostrar análisis de los valores instantáneamente.

RF 1.1.2 Imprimir informe.

RF 1.2 Analizar Tensión.

RF 1.2.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.2.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.2.1.2 Mostrar análisis de los valores instantáneamente.

RF 1.2.2 Imprimir informe.

RF 1.3 Analizar Factor de Potencia.

RF 1.3.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.3.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.3.1.2 Imprimir informe.

RF 1.4 Analizar Armónicos de Tensión.

RF 1.4.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.4.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.4.1.2 Imprimir informe.

RF 1.5 Analizar Armónicos de Corriente.

RF 1.5.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.5.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.5.1.2 Imprimir informe.

RF 2. Configurar Valores de Referencia.

RF 2.1 Configurar Valores de Frecuencia.

RF 2.1.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.1.2 Guardar Configuración.

RF 2.2 Configurar Valores de Tensión.

RF 2.2.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.2.2 Guardar Configuración.

RF 2.3 Configurar Valores del Factor de Potencia.

RF 2.3.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.3.2 Guardar Configuración.

RF 2.4 Configurar Valores de Armónicos de Tensión.

RF 2.4.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.4.2 Guardar Configuración.

RF 2.5 Configurar Valores de Armónicos de Corriente.

RF 2.5.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.5.2 Guardar Configuración.

2.5.4. Especificación de Requerimientos de Apoyo. [Ver Anexo 2.](#)

Artefacto que captura aquellos requerimientos no funcionales del sistema y que no son capturados en escenarios o casos de uso. Los requerimientos de apoyo son categorizados de acuerdo al método FURPS (Functional, Usability, Reliability, Performance, Supportability - Funcional, Usabilidad, Fiabilidad, Rendimiento, Soporte). En la plantilla se recogen dichos requerimientos así como el sistema de interfaces.

2.5.5. Modelo de Casos de Uso del Sistema. [Ver Anexo 4.](#)

Artefacto que captura un modelo de funciones intencionales del sistema y el ambiente del mismo. Es tomado, además, como un contrato entre el cliente y los diseñadores.

2.5.6. Casos de Uso.

Este artefacto captura la secuencia de acciones y la interacción de actores con el sistema. Captura los requerimientos funcionales del sistema en su concepción.

- Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica. [Ver Anexo 5.](#)
- Caso de Uso Configurar Valores de Referencia. [Ver Anexo 6.](#)

2.6. Elaboración: Análisis y Diseño.

Esta etapa de realización del sistema, se ubica después de determinar y refinar los requerimientos y antes de la implementación. Contribuye a fomentar una arquitectura estable y sólida, un diseño robusto de la base de datos y se sientan las bases para ir conformando lo que será el modelo de implementación. En el diseño se modela el sistema y se determina la arquitectura para que soporte todos los requisitos, incluyendo los no funcionales y las restricciones que suponen. Impone una estructura del sistema que debe ser conservada lo más fielmente posible. Una entrada esencial en el diseño es el resultado del análisis.

2.6.1. Análisis.

2.6.1.1. Modelo de Clases del Análisis.

El Modelo de Análisis ofrece una especificación más precisa de los requerimientos, con el objetivo de refinarlos y estructurarlos. Es utilizado para representar la estructura global del sistema y sirve como abstracción del Modelo de Diseño. El modelo se describe en el lenguaje de los desarrolladores y proporciona una visión general del sistema mediante los diagramas de clases del análisis.

Diagramas de Clases del Análisis.

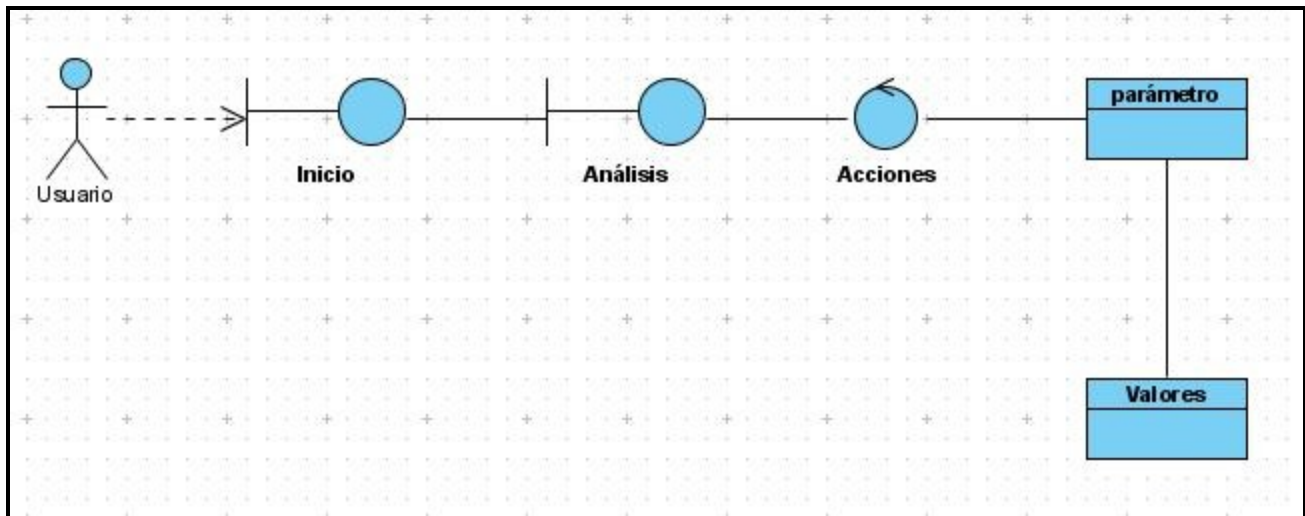


Fig. 2.2: Diagrama de Clases del Análisis "Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica".

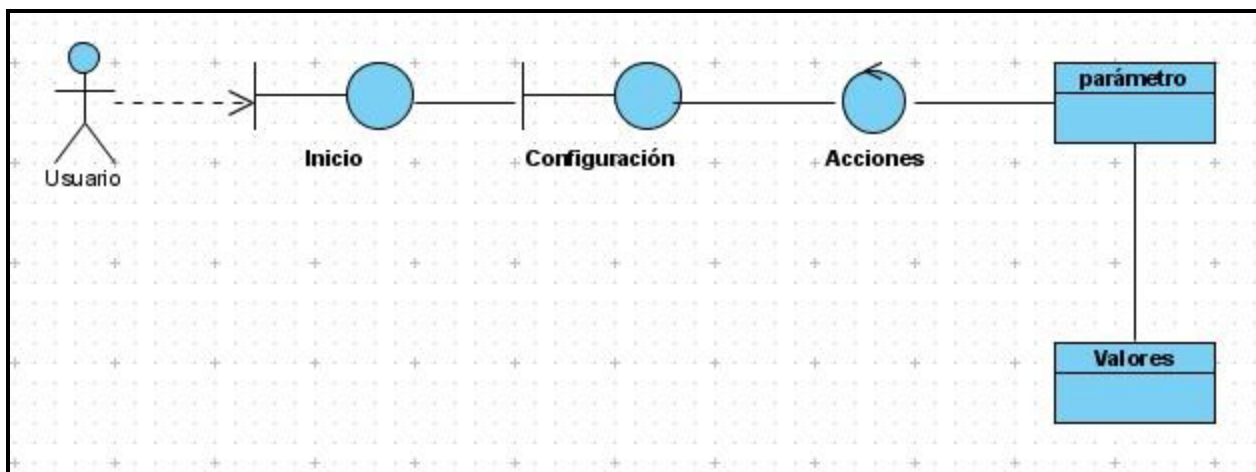


Fig. 2.3: Diagrama de Clases del Análisis "Caso de Uso Configurar Valores de Referencia".

2.6.2. Diseño.

2.6.2.1. Estilo Arquitectónico.

Un estilo arquitectónico define las reglas generales de organización en términos de un patrón y las restricciones en la forma y la estructura de un grupo numeroso y variado de sistemas de software. En una forma más específica, un estilo determina el vocabulario de componentes y conectores que pueden ser utilizados en instancias de este estilo, con un conjunto de restricciones en las descripciones arquitectónicas.

El uso de un *framework* que utiliza MVC obliga a dividir y organizar el código de acuerdo a las convenciones establecidas por el *framework*. El código de la presentación se guarda en la vista, el código de manipulación de datos se guarda en el modelo y la lógica de procesamiento de las peticiones constituye el controlador. Aplicar el patrón MVC a una aplicación resulta bastante útil además de restrictivo. Symfony es un *framework* de tipo MVC escrito en PHP 5. Su estructura interna se ha diseñado para obtener lo mejor del patrón MVC y la mayor facilidad de uso. Gracias a su versatilidad y sus posibilidades de configuración, Symfony es un *framework* adecuado para cualquier proyecto de aplicación web.

El estilo que guía el desarrollo del Componente Análisis de la Calidad Energética es el estilo de llamada y retorno MVC ya que Symfony se basa en éste patrón arquitectónico.

➤ MVC.

Este patrón se observa frecuentemente en aplicaciones web donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página; aunque muchos sistemas informáticos utilizan un sistema de gestión de base de datos para gestionar la información el modelo

constituye el sistema de gestión de base de datos y el controlador representa la lógica del negocio.

Symfony agiliza el desarrollo de aplicaciones web y en la evolución del Componente Análisis de la Calidad Energética, ha sido de gran utilidad ya que éste *framework* se basa en el patrón MVC y lo implementa, haciendo que el desarrollo de las aplicaciones sea rápido y sencillo.

➤ **Front Controller (Controlador Frontal).**

En las aplicaciones web el controlador suele tener mucho trabajo. Una parte importante de su trabajo es común a todos los controladores de la aplicación. Entre las tareas comunes se encuentran el manejo de las peticiones del usuario, el manejo de la seguridad, cargar la configuración de la aplicación y otras tareas similares. Por este motivo, el controlador normalmente se divide en un controlador frontal, que es único para cada aplicación, y las acciones, que incluyen el código específico del controlador de cada página.

Una de las principales ventajas de utilizar un controlador frontal es que ofrece un punto de entrada único para toda la aplicación. Así, en caso de que sea necesario impedir el acceso a la misma, solamente es necesario editar el script correspondiente al controlador frontal. Si la aplicación no dispone de controlador frontal, se debería modificar cada uno de los controladores.

El Componente Análisis de la Calidad es una funcionalidad del sistema Energón y para acceder a ésta opción, el usuario debe estar autenticado y estar registrado como energético de la empresa o directivo de la UNE, por lo que la utilización del controlador frontal ha devenido en una ventaja rápida y fácil en esta precondition establecida, pues con la ejecución de los filtros de Symfony se realiza esta tarea común a toda la aplicación que incluye a nuestro componente, permitiendo la validación y la seguridad.

2.6.2.2. Organización de la aplicación.

Symfony organiza el código fuente en una estructura de tipo proyecto y almacena los archivos de la aplicación en una estructura estandarizada de tipo árbol. Éste *framework* considera un proyecto como un conjunto de servicios y operaciones disponibles bajo un determinado nombre de dominio y que comparten el mismo modelo de objetos. Dentro de un proyecto, las operaciones se agrupan de forma lógica en aplicaciones y cada aplicación está formada por uno o más módulos. Un módulo normalmente representa a una página web o un grupo de páginas con un propósito relacionado y almacenan las acciones, que representan cada una de las operaciones que se pueden realizar en un módulo.

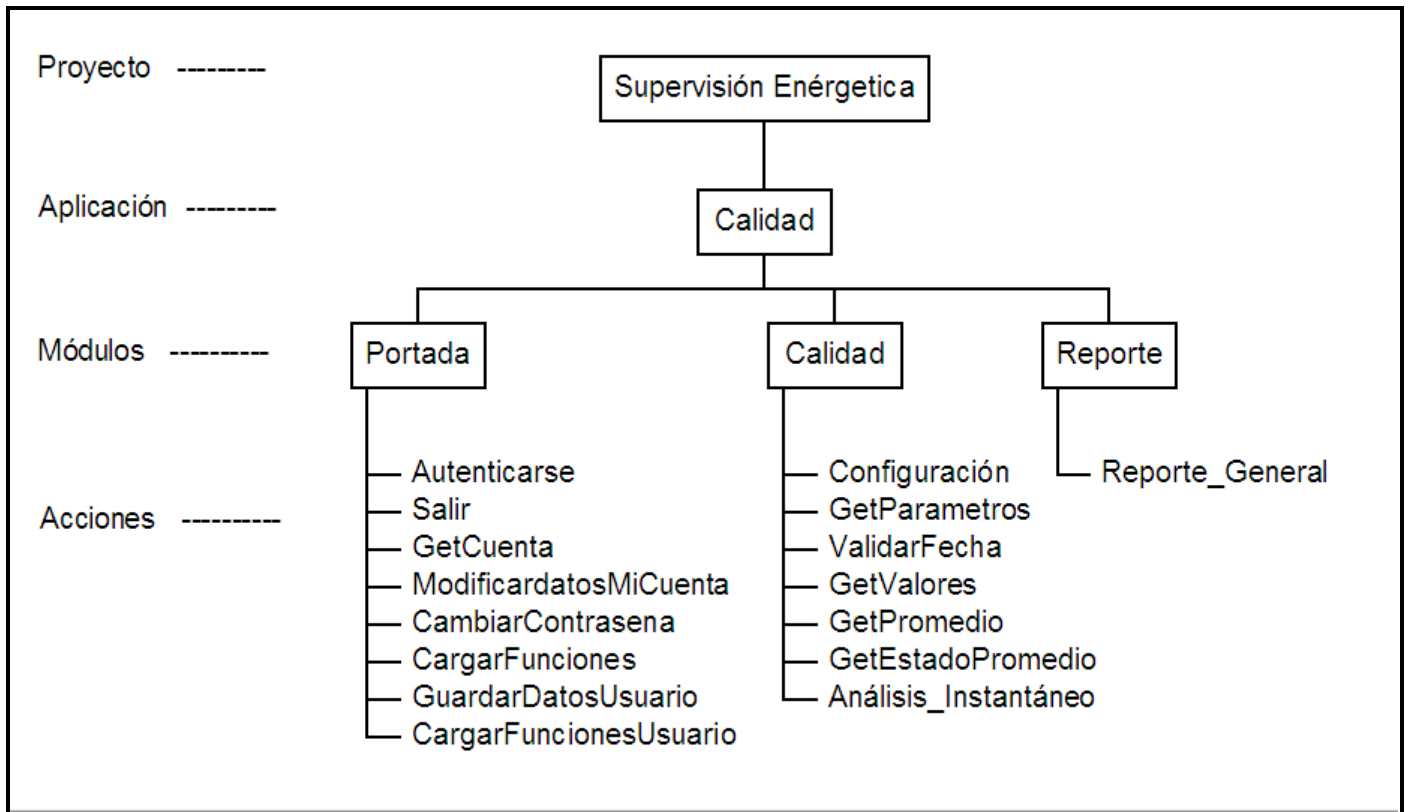


Fig. 2.4: Organización de la aplicación.

2.6.2.3. Modelo del Diseño.

El Modelo de Diseño, es un modelo de objetos que describe la realización física de los Casos de Uso, centrándose en cómo los requisitos funcionales y no funcionales tienen impacto en el sistema a desarrollar. Sirve de abstracción de la implementación.

2.6.2.3.1. Diagramas de Clases del Diseño.

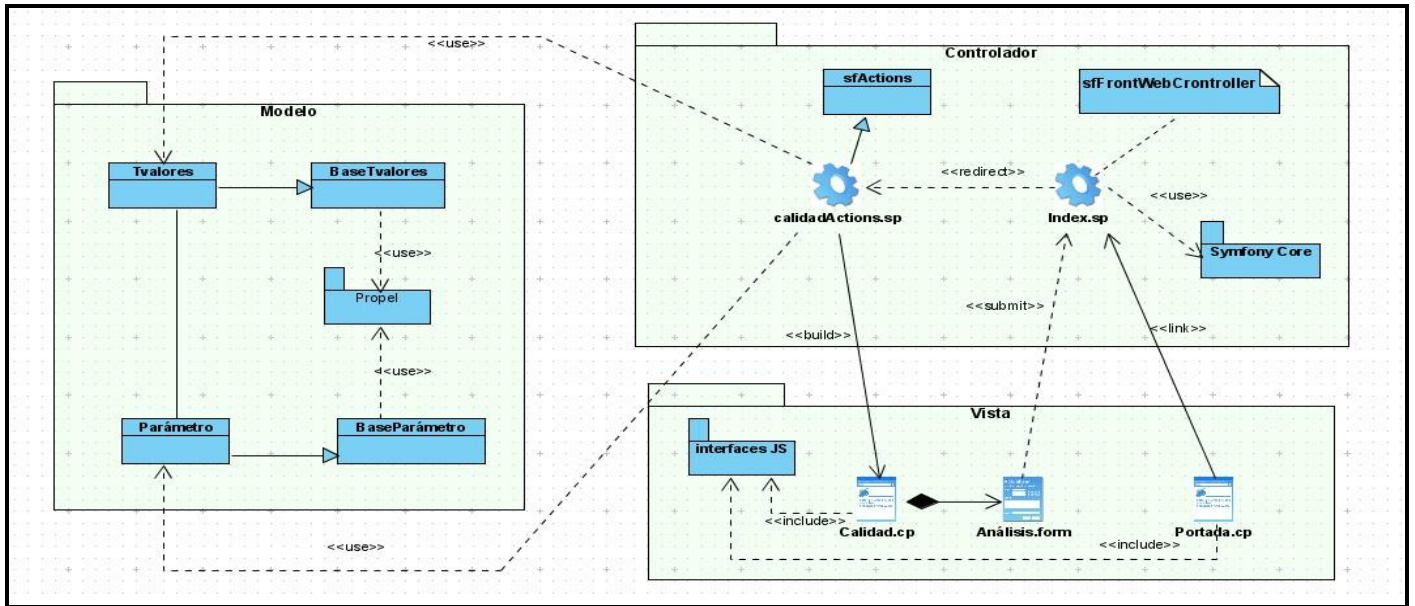


Fig. 2.5: Diagrama de Clases del Diseño "Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica".

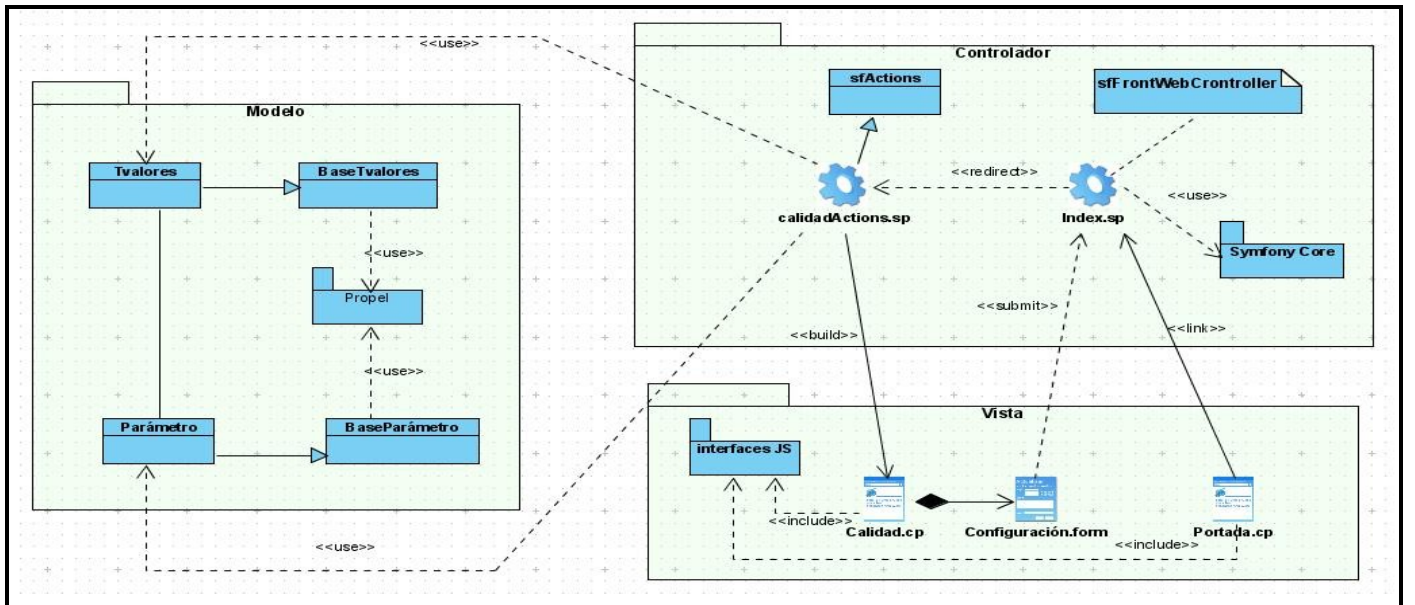


Fig. 2.6: Diagrama de Clases del Diseño "Caso de Uso Configurar Valores de Referencia".

2.6.2.3.2. Diagramas de Interacción.

Los diagramas de interacción son un tipo de diagramas de comportamiento y muestran las interacciones entre objetos mediante la transferencia de mensajes. Dentro de los diagramas de interacción se encuentran los diagramas de secuencia que muestran las interacciones entre objetos, ordenadas en secuencia temporal durante un escenario concreto.

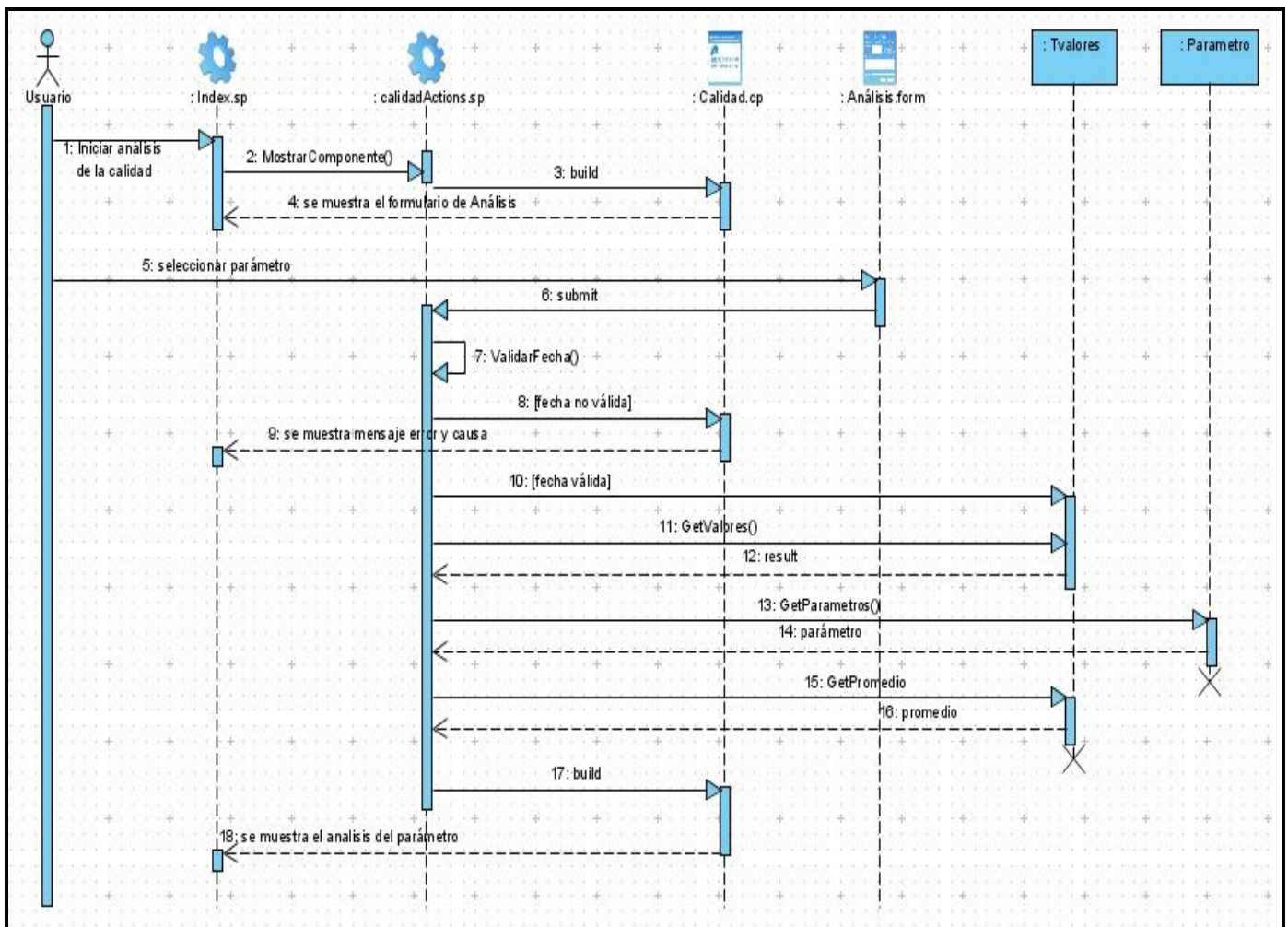


Fig. 2.7: Diagrama de Interacción "Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica".

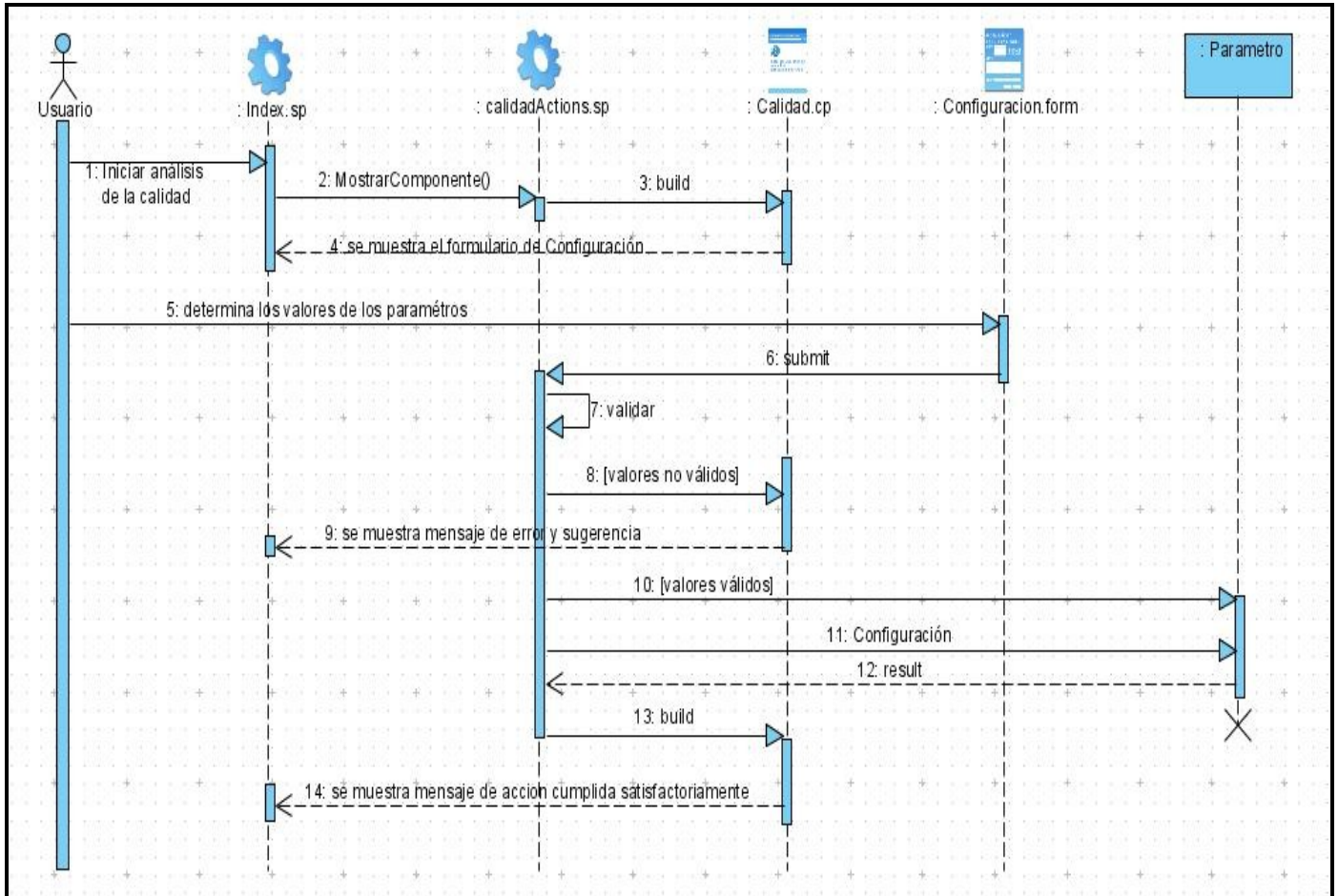


Fig. 2.7: Diagrama de Interacción "Caso de Uso Configurar Valores de Referencia".

2.6.3. Descripción de las clases.

La descripción de las clases que componen el diseño del sistema permite conocer todos los datos correspondientes a las mismas para un mejor entendimiento. [Ver Anexo 7.](#)

2.6.4. Diseño de la Base de Datos.

2.6.4.1. Diagrama de clases persistentes.

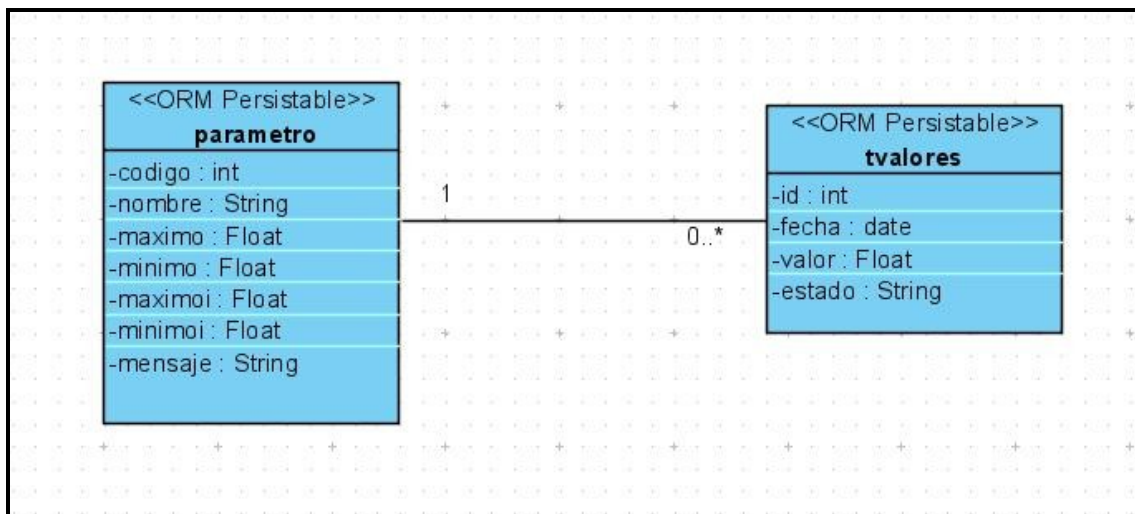


Fig. 2.8: Diagrama de clases persistentes.

2.6.4.2. Diagrama Entidad-Relación de la Base de Datos.

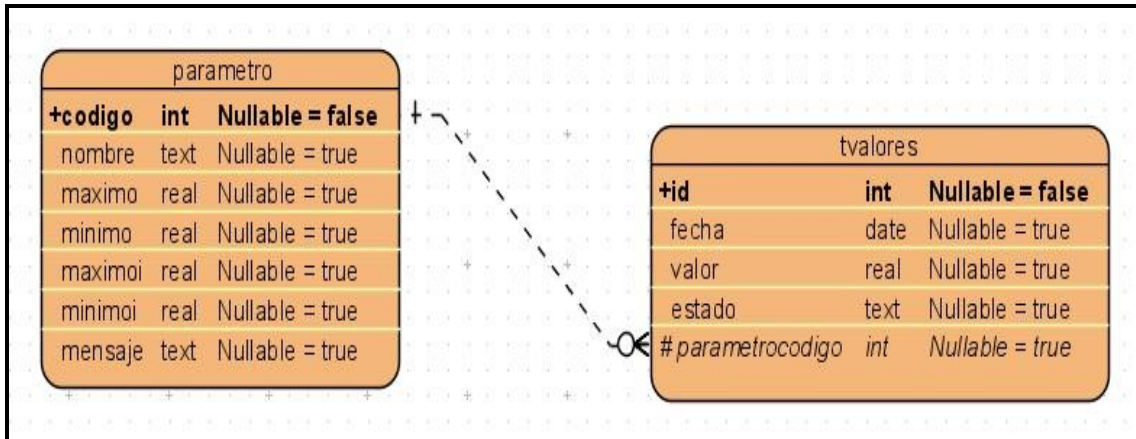


Fig. 2.9: Diagrama Entidad-Relación.

2.6.4.3. Descripción de las clases del Diagrama Entidad-Relación.

Nombre:	parámetro	
Descripción:	Clase que describe las características de un objeto parámetro.	
Atributo	Tipo	Descripción
código	integer	Llave primaria de la tabla. Identifica al parámetro de manera única.
nombre	text	Nombre del parámetro.
máximo	real	Valor máximo que puede tomar el parámetro.
mínimo	real	Valor mínimo que puede tomar el parámetro.
maximoi	real	Valor máximo que es inadmisibile y que el parámetro nunca debe

		alcanzar.
minimoi	real	Valor mínimo que es inadmisibile y que el parámetro nunca debe alcanzar.
mensaje	text	Mensaje que muestra el estado del parámetro (bueno, regular o malo).

Tabla. 2.1 Descripción de la clase parámetro.

Nombre:	tvalores	
Descripción:	Clase que contiene los valores de un parámetro.	
Atributo	Tipo	Descripción
id_parámetro	integer	Llave foránea de la tabla Parámetros.
fecha	date	Fecha (año, mes y día) y hora en que se captura el valor.
valor	real	Cifra que representa el estado del parámetro.
id	serial	Llave primaria. Campo autoincremental.
estado	text	Estado en que se encuentra el valor (mal, regular o bien).

Tabla. 2.1 Descripción de la clase tvalores.

2.7. Conclusiones.

Durante la etapa de Concepción se determinó el alcance y las funcionalidades que debe tener presente el sistema, detallando claramente los requerimientos funcionales y de apoyo; liberándose, en esta primera fase, el Modelo de Casos de uso y una detallada especificación de los mismos por lo que se capturan las funciones internas y el ambiente del sistema.

El desarrollo de la etapa de Elaboración permite comprender el análisis y diseño de la aplicación. Ambos elementos, guiados por el estilo arquitectónico MVC, permitieron definir la arquitectura base para fijar con exactitud y claridad los principios que guiarán la implementación del componente.

Capítulo 3: Implementación y Prueba.

3.1. Introducción.

El proceso de implementar es clave y objetivo principal a la hora de crear un sistema. Todo esfuerzo en el previo análisis y diseño de concepción de un proyecto, se realiza con vistas al desarrollo final y exitoso del mismo, arribando a la implementación con un prototipo de interfaz y pautas del diseño como guías. En la fase de Construcción es objetivo presentar listo un producto software en su versión operativa inicial o versión beta. El producto debe presentar la calidad adecuada y asegurarse de cumplir los requerimientos preestablecidos.

En este capítulo se presentan un conjunto de artefactos correspondientes a la implementación del componente Análisis de la Calidad Energética y que aportan una mejor comprensión de la distribución del sistema y se presentan los casos de prueba realizados a la aplicación.

3.2. Diagrama de despliegue.

El diagrama de despliegue muestra la situación física de los componentes lógicos desarrollados, es decir se sitúa el software en el hardware que lo contiene. Muestra las relaciones entre el hardware y el software en el sistema final y se representa como un grafo de nodos unidos por conexiones de comunicación.

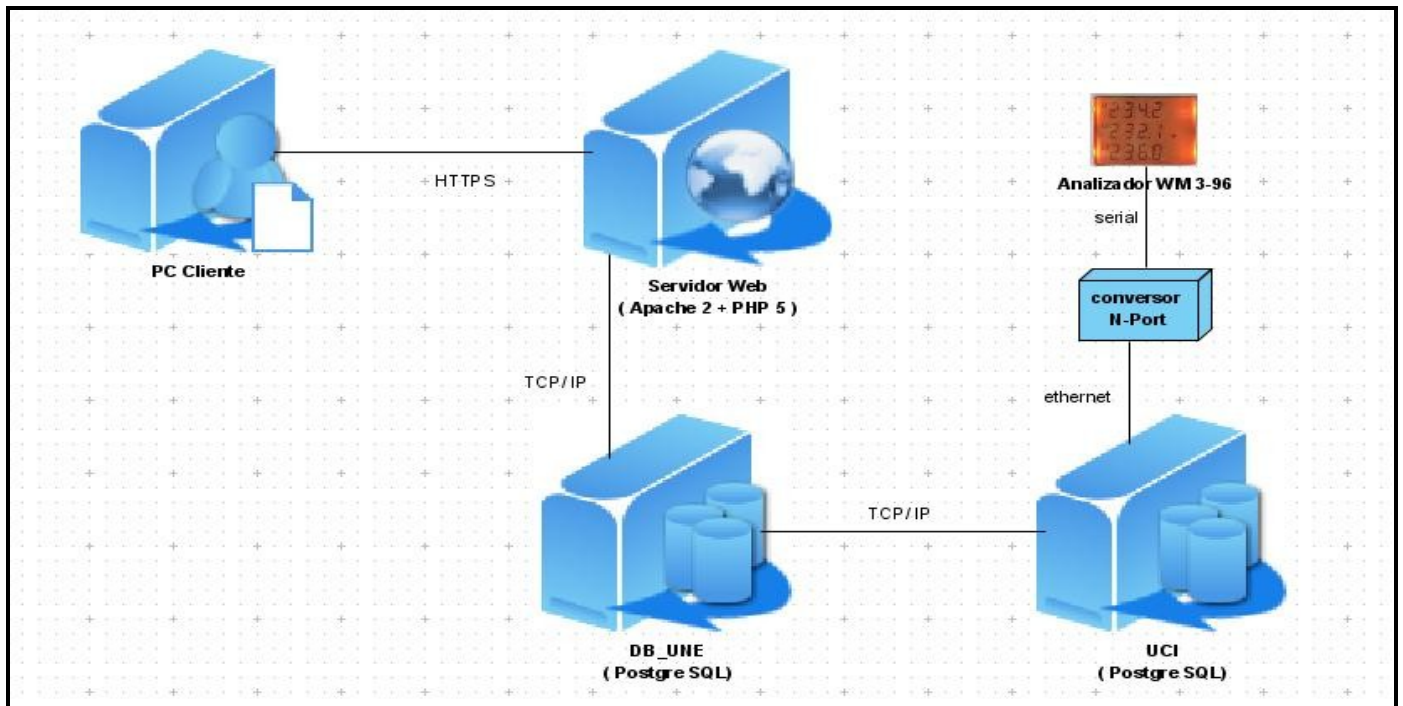


Fig. 3.1: Diagrama de despliegue.

3.3. Interfaz del Componente Análisis de la Calidad Energética .

En la siguiente figura (Fig. 3.2) se muestra la entrada al sistema y el acceso a la opción "Análisis de Calidad" donde el usuario puede seleccionar "Análisis" o "Configuración".



Fig. 3.2: Inicio del sistema.

La figura que se muestra a continuación (Fig. 3.3) representa el análisis del parámetro frecuencia en un rango de fecha determinado.

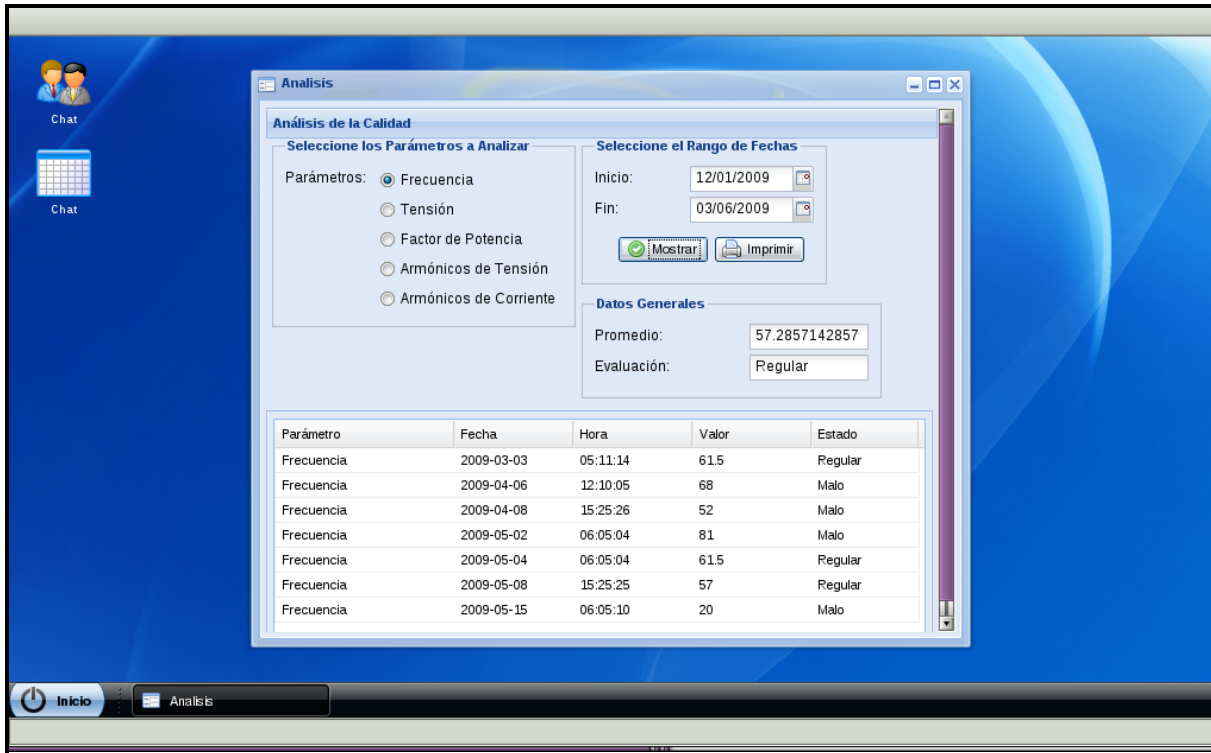


Fig. 3.3: Análisis.

Las presentes figura (Fig. 3.4 y Fig. 3.5) corresponden a la configuración de los valores de referencia de los parámetros electro-energéticos.

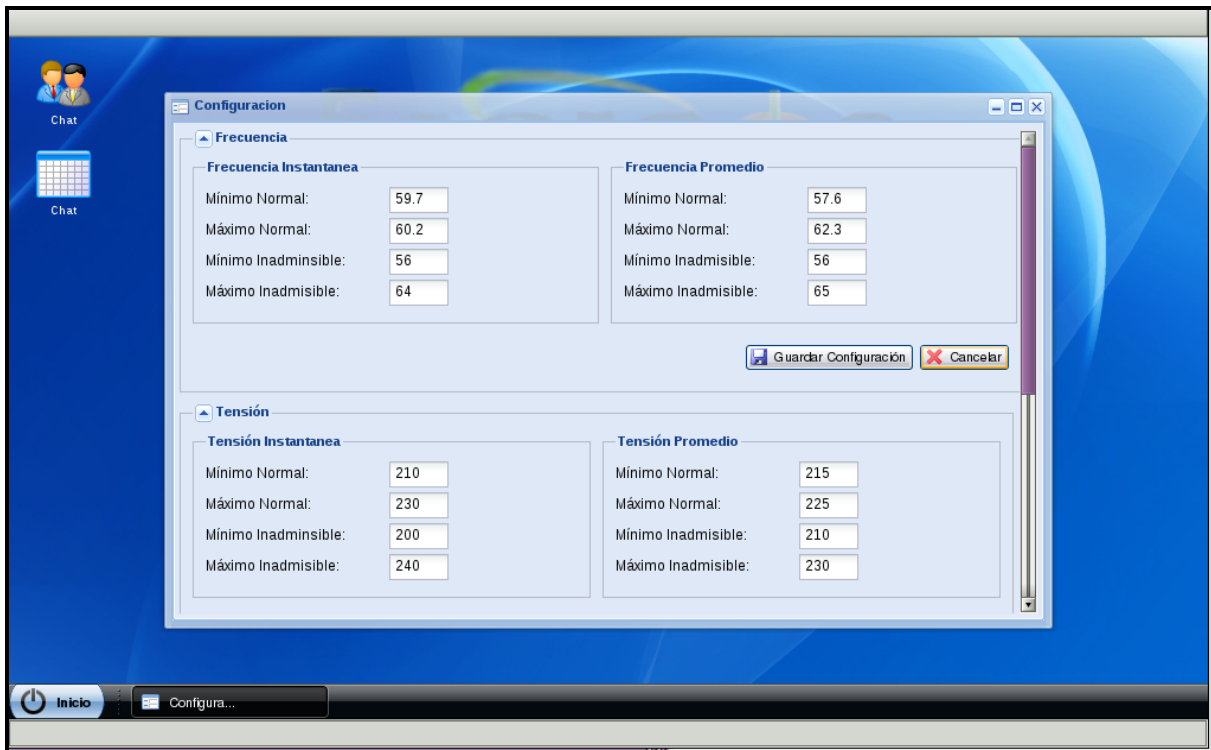


Fig. 3.4: Configuración.

3.4. Modelo de pruebas.

El desarrollo de pruebas al sistema es una actividad en la cual el componente es ejecutado bajo ciertas condiciones o requerimientos específicos, los resultados son evaluados y registrados. La prueba de software es un elemento crítico para la garantía de la calidad del software, representa una revisión final de las especificaciones del diseño y de la codificación.

El método de prueba utilizado es el de Caja Negra que se refiere a pruebas realizadas sobre la interfaz del software. Las pruebas realizadas pretenden demostrar que las funciones del software son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce un resultado correcto. Esta prueba examina algunos aspectos del modelo fundamentalmente del sistema sin

tener en cuenta la estructura interna del software y se centran principalmente en los requerimientos funcionales.

- Diseño de Casos de Prueba: Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.

[Ver Anexo 8.](#)

- Diseño de Casos de Prueba: Caso de Uso Configurar Valores de Referencia.

[Ver Anexo 9.](#)

3.5. Conclusiones.

En este capítulo se recogen las ideas que guiaron el desarrollo del software en el diagrama de despliegue. Las pruebas realizadas a la interfaz de usuario permitieron perfeccionar detalles funcionales de la aplicación haciéndola más útil y práctica para el usuario y aunque el objetivo de las mismas es encontrar errores, la aplicación funcionó según lo esperado y se realizó una validación de errores más exhaustiva. El Componente Análisis de la Calidad Energética se desarrolló en el entorno Eclipse PHP *Development* con la utilización del *framework* Symfony, empleándose útilmente las características y ventajas de ambas tecnologías para la creación de aplicaciones web.

Conclusiones.

La evolución y concepción de este trabajo de diploma, ha estado encaminado al desarrollo de una aplicación web en software libre, que permita el análisis de la calidad de la energía eléctrica mediante los parámetros obtenidos de analizadores digitales, dentro de un Sistema de Supervisión Energética, que le permita a las empresas regular los valores de los parámetros electro-energéticos para la extensión del tiempo de vida útil de los equipos electrónicos y la calidad de las prestaciones que dependen de la excelencia del servicio energético. A través de esta aplicación es posible el estudio y análisis de los valores de dichos parámetros (frecuencia, tensión, factor de potencia, armónicos de corriente y armónicos de tensión) aprovechándose la introducción en el país de nuevos equipos que facilitan la automatización de diversos procesos.

Es importante señalar el impacto económico, social y medio ambiental que este sistema puede reportar con su implantación, pues contribuye al ahorro indirecto de energía eléctrica y por consiguiente de las fuentes naturales de origen fósil y al ahorro económico del país, la disminución de emisiones dañinas y el despilfarro de materias primas. El sistema contribuirá además a la automatización del proceso de análisis de la calidad energética logrando, de esta manera, la excelencia en la calidad del servicio eléctrico que se le presta a la población y a las diferentes empresas y prestaciones, mejorando el nivel de vida de los usuarios y aumentando la extensión del tiempo de vida útil de los equipos electrónicos. Representa el esfuerzo, el compromiso moral y social de nuestra generación por preservar el medio ambiente para que las futuras generaciones y permitir que todas las personas tengan acceso a las tecnologías al ser el sistema implementado en software libre y código abierto.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó OpenUp como metodología de desarrollo y UML como lenguaje representativo, lo cual permitió el modelado de los procesos de las fases de Inicio, Elaboración y Construcción, y la realización de los artefactos propuestos por la ya mencionada metodología, los cuales son de vital necesidad para la correcta concepción y documentación del

software. El desarrollo se realizó utilizando herramientas útiles y aplicables en software libre sobre Linux como Visual Parading y Eclipse PHP *Development* y tecnologías como Symfony y ExtJS. El uso de la interfaz gráfica de la aplicación requiere conocimientos amplios de electricidad y básicos de informática y/o computación, se brinda la mayor cantidad de información posible, permitiendo realizar comparaciones de los valores que se muestran en diferentes períodos de tiempo, lo que puede resultar muy útil para los energéticos de las empresas, futuros usuarios de la aplicación.

Se realizó un profundo estudio del Estado del Arte sobre el análisis de la calidad de la energía eléctrica y se profundizó, además, en la investigación y conocimiento de las herramientas y metodologías determinando las ventajas requeridas en el desarrollo del componente. Se realizó el modelado de la aplicación concluyendo en el desarrollo de una aplicación Web en su primera versión que realiza el Análisis la Calidad de la Energía Eléctrica y que constituye una funcionalidad en el proyecto Supervisión Energética.

Por todo lo antes expuesto se concluye que el objetivo y las tareas propuestos para el presente trabajo de diploma, se han alcanzado satisfactoriamente cumpliendo con el desarrollo de una aplicación Web que permita realizar el análisis de la calidad de la energía eléctrica mediante el estudio de determinados parámetros electro-energéticos obtenidos de analizadores digitales. Se incluyen una serie de recomendaciones que pueden ser útiles y novedosas en el posterior desarrollo de nuevas funcionalidades para el sistema.

Recomendaciones.

Se cumplieron con las tareas y objetivos planteados, más por los problemas de tiempo y por el propio evolucionar de las tecnologías recomendamos:

- Extender el análisis a otros parámetros como por ejemplo el Flicker.
- Aplicar resultados del análisis en el control de una PGD (Pizarra General de Distribución) o una subestación desatendida.
- Incluir una opción que le permita al usuario seleccionar de que analizador desea obtener los parámetros prestos a análisis.

Referencia Bibliográfica.

1. **UNESA**. Guía sobre la calidad de la onda en redes eléctricas. [En línea] Gráficas Marcar, 1996. www.unesa.es/fichas_biblioteca/guia_calidad_onda.htm.
2. **CIRCUTOR**. La necesidad de supervisar nuestras instalaciones. [En línea] www.industriaaldia.com.
3. **López, Carlos**. Normas de Calidad. [En línea] 2008. www.GestioPolis.com.
4. Estudios de la calidad de la energía eléctrica. [En línea] www.ieb.com.co/otros.htm.
5. **Rivier Abbad, Juan**. La regulación de la calidad del servicio eléctrico. [En línea] Anales de Mecánica y Electricidad. Revista de la Asociación de Ingenieros del ICAI, Enero-Febrero de 1999. www.iit.upcomillas.es/docs/99JRA01.pdf.
6. **SIGE**. Sistemas de información, monitorización y control. [En línea] 2008. www.sige.es.
7. **CIRCUTOR**. Medida y control eléctrico. [En línea] www.circutor.com.
8. *Arquitectura y diseño de sistemas web modernos*. **Castejón Garrido, Juan Salvador**. ISSN:1698-8841, Murcia, España : InforMAS, 2004, Vols. MU-2419-2004.
9. Software Architecture for Software-Intensive Systems. [En línea] www.sei.cmu.edu/architecture/published_definitions.html.
10. **Pérez Valdés, Damián**. Los diferentes lenguajes de programación para la web. [En línea] 2 de Noviembre de 2007. www.maestrosdelweb.com/principiantes/los-diferentes-lenguajes-de-programacion-para-la-web.
11. **Charland, Andre**. Top Ten Reasons AJAX is Here to Stay. [En línea] www.developer.com.
12. ¿Qué son las bases de datos? [En línea] 26 de octubre de 2007. www.maestrosdelweb.com/principiantes/que-son-las-bases-de-datos?
13. Llegó la hora del PostgreSQL. [En línea] 2007. www.http-peru.com/postgresql1.php.

14. **Potencier, Fabien y Zaninotto, François.** Symfony la guía definitiva. [En línea] 2008. www.librosweb.es/symfony.

15. Proceso de Desarrollo OpenUP. [En línea] 2 de septiembre de 2008. www.cbasqa.wordpress.com.

Bibliografía Consultada.

¿Qué es Apache? [En línea]. - www.facilnet.net/matriz/web2/apache.html..

Apache The Apache Software Foundation [En línea]. - www.apache.org.

Apache Visión general de las nuevas funcionalidades de Apache 2.0 [En línea]. - www.apache.org/docs/2.0/es/new_features_2_0.html.

Aplicaciones web ventajas y desventajas [En línea]. - agosto de 2008. - www.calinsoft.com/2008/08/aplicaciones-web-ventajas-y-desventajas.html.

Bonin Lety Cuba y el Medio Ambiente: un ejemplo para el resto del mundo [En línea]. - febrero de 2009. - <http://www.elhabanero.cubasi.cu>.

Cárdenas Lola y Gracia Joaquin JavaScript [En línea]. - 2008. - www.webestilo.com/javascript/.

CITMA Programa para la energía [En línea]. - 8 de octubre de 2005. - octubre de 2008. - villaclara.cu.

Cobas Pereira Manuel F El problema de la calidad del suministro de la energía eléctrica [En línea]. - 2006. - www.cec.cubaindustria.cu/contenido/jornada%20VI/2_6.pdf..

Cuenca Carlos Luis Descripción de la arquitectura en módulos del Apache. Explicación y enumeración de las funcionalidades asociadas a cada módulo. [En línea]. - 20 de marzo de 2003. - www.desarrolloweb.com/articulos/1112.php.

Eguíluz Pérez Javier Introducción a AJAX [En línea]. - www.librosweb.es/ajax/.

Experiencias Regionales Programa De Ahorro De Energía Eléctrica En Cuba [En línea]. - www.olade.org.ec/cubaEf.html.

Gómez Julián Eclipse SDK [En línea]. - www.eclipse-sdk.softonic.com.

Hernández Hernández Manuel y Cuevas Valdespino Matilde La eficiencia energética, una preocupación mundial [En línea]. - www.monografias.com/trabajos67/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica2.shtml.

James Garrett Jesse Ajax: Un nuevo acercamiento a las aplicaciones web [En línea]. - 11 de Junio de 2005. - 2008. - www.maestrosdelweb.com/editorial/ajax/.

Janium Aplicaciones basadas en Web [En línea]. - 2009. - www.janium.com.

Kroll Per y Macisaac Bruce Agility and Discipline Made Easy: Practices from OpenUP and RUP [Libro]. - [s.l.] : Addison-Wesley, 2006.

Marqués Andrés María Mercedes Componentes de un sistema de gestión de bases de datos [En línea]. - 2 de febrero de 2001. - www3.uji.es/~mmarques/f47/apun/node40.html.

MVC - Modelo Vista Controlador [En línea]. - www.programacionweb.net/articulos.

PAEC - ¿Qué es? [En línea]. - www.energia.inf.cu/PAEC/conten/que%20es/que%20es.htm.

Paradigma visual para UML [En línea]. - 5 de marzo de 2007. - www.freedownloadmanager.org/es/.../Paradigma_Visual_para_UML.

PHP4 y PHP5: ¿Cuál elegir? ¿Migrar o no Migrar? El advenimiento de PHP6 [En línea]. - 2 de agosto de 2006. - www.maestrosdelweb.com/editorial/php4y5/.

Ramón Lobaina Félix Avanzan medidas del PAEC en empresa niquelífera en Moa [En línea]. - abril de 2009. - www.ahora.cu/index.php?option=com_content&task=view&id=2781&Itemid=27 .

Sæther Bakken Stig y otros Manual de PHP [Libro]. - [s.l.] : Free Software, 2001.

Schmuller Joseph Aprendiendo UML en 24 horas [Libro]. - México : Pearson Educación, 2000.

Serra Jordi Circutor Magazine-Electrical Energy Efficiency [Publicación periódica]. - 2007. - 01 : Vol. Edición Especial.

Serrano Cobos Jorge Web 2.0 en las bibliotecas: el concepto Library 2.0 [En línea]. - 2 de agosto de 2007. - www.janium.com.

Sobre el W3C [En línea]. - www.w3c.es.

Tutorial básico de bases de datos [En línea]. - 16 de enero de 2005. - www.cristal.com/tutoriales/tutorial-básico-de-bases-de-datos.

Uniform Resource Locator [En línea]. - www.babylon.com/definition/Uniform_Resource Locator/Spanish.

Vigel Regalado Yamila y Fouces Cabana Erich La arquitectura del software como disciplina [En línea]. - 17 de marzo de 2008. - www.gestiopolis.com/administración-estrategia/arquitectura-del-software-como-disciplina.

Villablanca Martínez Miguel Medidores del mañana [En línea]. - Ingeniare.Revista chilena de ingeniería, diciembre de 2008. - www.scielo.cl/pdf/ingeniare/V16n3/art01pdf.

Zabib Yasmina Calidad del servicio electrico a nivel de distribucion.

Anexo 1. Documento Visión.

1. Introducción.

Se desarrolla una aplicación que permita realizar un análisis de la calidad de la energía eléctrica, mediante el estudio del comportamiento de los parámetros eléctricos que se obtienen de analizadores digitales extrayendo, además, información referente a las características propias de cada parámetro analizado como su estado, valor, fecha y hora de análisis. La aplicación permite al especialista energético de una empresa determinada configurar los valores de los parámetros según las características del sistema eléctrico de la empresa.

2. Posicionamiento.

1.1. Estado del Problema.

El problema de:	Supervisar y analizar la calidad de la energía eléctrica.
Afecta:	Empresas del país, UNE y UCI.
Impacto:	Permitirá perfeccionar y mejorar el servicio eléctrico en las instituciones a nivel nacional comenzando desde la base, pues en el país no existe un sistema automático capaz de realizar este proceso y la UNE está en vías de automatizar los procesos energéticos en la nación.
Posible Solución Exitosa:	Desarrollo de una aplicación web multiplataforma que permita

	supervisar los parámetros energéticos que intervienen en la calidad de la energía eléctrica.
--	--

Tabla # 2.1. Estado del problema.

3. Planteamiento de posición del producto.

Para	UNE, Empresas, UCI.
Quienes	Tienen la necesidad de una aplicación para el estudio y análisis de la calidad energética.
Nombre del Producto	Componente Análisis de la Calidad Energética.
El cual	Permite analizar la calidad de la energía eléctrica tras el estudio de los parámetros electro-energéticos obtenidos de analizadores digitales.
Antecedentes	Se han realizado estudios en diversas instituciones universitarias del país pero no existen antecedentes de un software similar en pleno funcionamiento.
Nuestro producto	Permitirá a los energéticos de las empresas estudiar y analizar el comportamiento de los parámetros electro-energéticos como son la frecuencia, la tensión, el factor de potencia etc.; y de esta manera tomar las medidas pertinentes para lograr una excelente satisfacción energética.

Tabla # 2.2. Planteamiento de la posición del producto.

4. Descripción de los afectados (Stakeholder).

4.1. Sumario de afectados.

Nombre	Descripción	Responsabilidades
Empresas	Empresas donde el software se instalará y que tienen interés en supervisar el análisis de la calidad energética.	Velar por la calidad del servicio y establecer los límites de los parámetros energéticos que los equipos requieren en la institución.
UNE	Unión Nacional Eléctrica que necesita del software.	Brindarle a los usuarios un servicio de calidad, velar por el cumplimiento de un servicio de excelencia, etc.
UCI	Universidad vinculada a la UNE en el desarrollo del sistema.	Proveer un software potencialmente útil, contar con un sistema que posibilite analizar la calidad energética de la universidad y colaborar con las necesidades del país, en este caso de la UNE.

Tabla # 2.3. Afectados.

5. Ambiente del usuario.

- El número de personas involucradas con la aplicación es de 3 a 6 personas (energético, directivo, administrador del sistema y otros usuarios según lo determine la empresa).
- Aplicación Web multiplataforma diseñada según el patrón MVC e implementada en lenguaje PHP 5 con la utilización de los software Symfony, ExtJS y PostGreSQL.
- Las tareas se realizan rápidamente.
- Entorno agradable y fácil de usar.

6. Visión General del Producto.

6.1. Características y Necesidades.

Necesidad	Prioridad	Características
El especialista energético debe estar autenticado.	auxiliar	Para acceder a las opciones pertinentes al Análisis de la Calidad debe autenticarse en el sistema.
Obtener análisis de frecuencia.	crítica	El usuario selecciona obtener información sobre los valores de la frecuencia obtenidos del analizador en un rango de fecha determinado y el sistema muestra un informe con la información referente al parámetro. Si

		ocurren cambios significativos del parámetro que afecten la calidad se muestra instantáneamente mensaje de alerta.
Obtener análisis de tensión.	crítica	El usuario selecciona obtener información sobre los valores de la tensión obtenidos del analizador en un rango de fecha determinado y el sistema muestra un informe con la información necesaria. Si ocurren cambios significativos del parámetro que afecten la calidad se muestra instantáneamente mensaje de alerta.
Obtener análisis del factor de potencia.	crítica	El usuario selecciona obtener información sobre los valores del factor de potencia obtenidos del analizador en un rango de fecha determinado y el sistema muestra un informe con la información necesaria
Obtener análisis de armónicos de tensión.	crítica	El usuario selecciona obtener información sobre los valores de armónicos de tensión obtenidos del analizador en un rango de fecha determinado y el sistema muestra un informe con la información necesaria
Obtener análisis de armónicos de corriente.	crítica	El usuario selecciona obtener información sobre los valores de armónicos de corriente obtenidos del analizador en un rango de fecha determinado y el sistema

		muestra un informe con la información necesaria
Configurar valores de referencia para los parámetros que se pretenden analizar en la empresa como son: frecuencia, tensión, factor de potencia, armónicos de tensión y armónicos de corriente.	crítica	El usuario determina los valores máximos y mínimos admisibles e inadmisibles para el o los parámetros que desea analizar.

Anexo 2. Documento: Especificación de Requerimientos de Apoyo.

1. Introducción.

En este documento quedan recogidas algunas características del sistema como la interfaz visual y propiedades o cualidades que el producto debe presentar, las cuales definen el producto como atractivo, rápido, confiable o usable.

2. Sistema de Requerimientos no expresados como Casos de Uso.

- El usuario debe estar autenticado para poder acceder a la opción de Análisis de la Calidad.
- El sistema debe mostrar la información o el reporte que el usuario solicite.

3. Cualidades del sistema.

3.1. Usabilidad.

- El sistema podrá ser usado por cualquier persona que posea conocimientos básicos sobre manejo de la computadora y entornos web.
- El sistema será de fácil uso y comprensión para usuarios con conocimientos de electrónica.

3.2. Fiabilidad.

- El sistema garantiza todas las validaciones de los datos de entrada.
- Se recupera rápidamente.

3.3. Rendimiento.

- Se debe garantizar que el tiempo de respuesta a las solicitudes de los usuarios se produzca en la mayor brevedad posible. Mostrar en pantalla la mayor cantidad de información posible.

3.4. Soporte.

Se requiere servidor de aplicaciones con las siguientes características:

- Servidor Web Apache 2.2 o superior.
- PHP 5 o superior.

- Sistema operativo Linux o Windows.

Se requiere servidor de base de datos con las siguientes características:

- Gestor de Bases de Datos: PostGreSQL 8.2 o superior.

Por parte del cliente se requiere:

- Un navegador capaz de interpretar JavaScript.
- Navegador Internet Explorer 5, superior ó Firefox.

Versiones HTML 3.0 o superior.

4. Sistema de Interfaces.

4.1. Interfaces de usuario.

- Interfaz amigable.
- Pocas imágenes para acelerar la respuesta del sistema.
- Fácil de comprender.

5.2. Aspecto y sensación.

- La interfaz es amigable, fácil de comprender por el usuario.
- Color azul muy cálido con variaciones de tonalidad en ese mismo color.
- Interfaz no escandalosa, es sencilla.
- La aplicación cuenta con una pantalla o ventana para el Análisis de la Calidad con las acciones pertinentes a realizar y otra para la Configuración de los parámetros a analizar según el usuario determine que acción dese realizar.
- Las ventanas poseen un tamaño normal, acorde al monitor.

5.3. Interfaces de sistemas externos o dispositivos.

- El sistema se comunica con el analizador WM 3-96 teniendo como intermediario un conversor *n-port*.
- *DriversCore*.
- *ModbusDriver*.
- La interfaz de comunicación es mediante el protocolo Modbus.

6. Consistencia.

- Un usuario con conocimientos de electricidad reconoce fácilmente la terminología.

- Los datos introducidos son almacenados en la base de datos.

7. Software.

- Para el funcionamiento del sistema es necesaria una PC con sistema operativo Linux o Windows para su uso como servidor.
- Navegador Internet Explorer 5 superior o navegador Mozilla Firefox versión 1.5 o superior.
- Se requiere el uso del Apache versión 2.0 como servidor web.
- El sistema cuenta con una base de datos desarrollada en un gestor PostgreSQL versión 8.0 o superior.
- El sistema se desarrollará con tecnología PHP versión 5.0.

8. Hardware.

- Es necesario un servidor con tarjeta de red, 3.0 GHz de velocidad o superior, 40 GB de RAM, y mínimo 160 GB de disco duro.
- El cliente requiere tarjeta de red, al menos 512 MB de memoria RAM y procesador de 512 MHz.

9. Disponibilidad.

- El sistema deberá estar disponible las 24 horas del día para todos los usuarios con derechos a utilizarlo.

10. Legales.

- El sistema debe ajustarse a órdenes, manuales y principios establecidos por la UNE y el MEP (Ministerio de Economía y Planificación).

11. Políticos-culturales.

- El sistema solo podrá ser utilizado en territorio cubano y por las entidades autorizadas por el MEP.

Anexo 4. Documento: Modelo de Caso de Usos del Sistema.

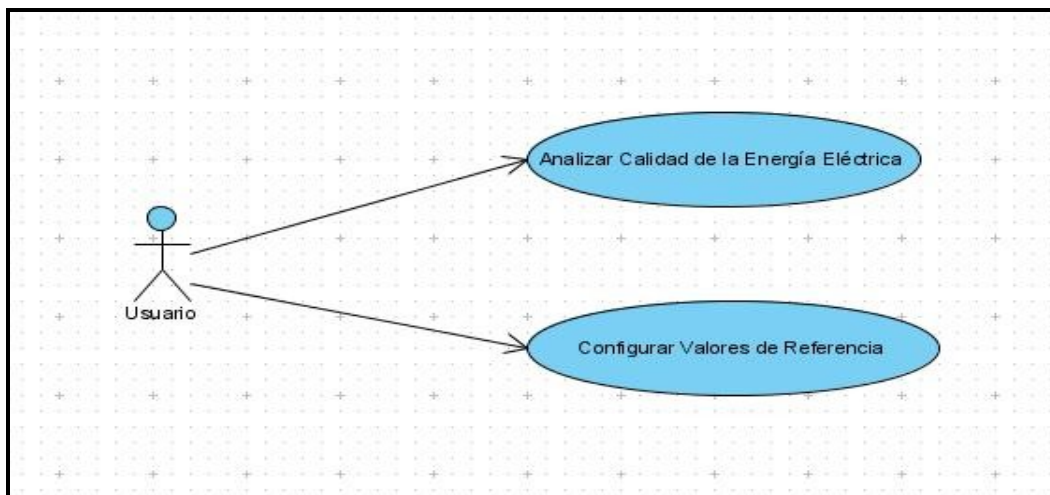
1. Introducción.

En este documento se refleja el modelo de Casos de Uso del Sistema para el desarrollo de la aplicación y se reflejan las funcionales que el sistema debe satisfacer.

2. Perspectiva.

El usuario solicita al sistema analizar y configurar valores de una serie de parámetros electro-energéticos (tensión, frecuencia, factor de potencia, armónicos de tensión y armónicos de corriente), los cuales debe seleccionar determinando, además, el rango de fecha para el análisis.

3. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.



4. Actores del Sistema.

4.1. Usuario.

El usuario autenticado en el sistema representa al especialista energético de la empresa. Tiene la posibilidad de acceder a la opción referida como Análisis de la Calidad en donde puede realizar el análisis o configurar los valores de los parámetros según las necesidades que presente la empresa.

5. Casos de Uso.

5.1. Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.

Caso de uso que representa la realización del análisis de un parámetro seleccionado por el usuario, el cual debe enmarcar, además, el período de tiempo para el análisis.

5.2. Configurar Valores de Referencia.

Caso de uso base que representa la determinación del usuario de configurar los valores de referencia de los parámetros determinados, indicando valores máximos y mínimos admisibles así como los inadmisibles que su empresa requiere.

Anexo 5. Documento: Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.

1. Propósito.

Permitir al usuario analizar la calidad de la energía eléctrica en la empresa.

2. Breve Descripción del Caso de Uso.

El caso de uso comienza cuando el usuario selecciona "Análisis de la Calidad" en el menú "Inicio" de la aplicación. Se muestra un menú donde se puede seleccionar "Análisis" o "Configuración". El usuario selecciona "Análisis" y determina el parámetro y la fecha para el análisis.

3. Breve descripción del Actor.

El actor es el usuario del sistema el cual juega el rol energético e inicia el caso de uso.

4. Precondiciones.

- 4.1. Que el usuario se encuentre autenticado.
- 4.2. Que exista el formulario.

5. Flujo Básico de Eventos.

- 1. El usuario selecciona la opción "Análisis de la Calidad" en el menú "Inicio" de la aplicación.
- 2. El sistema muestra un menú que le permite seleccionar al usuario "Análisis" o "Configuración".
- 3. El usuario selecciona "Análisis".

4. El sistema muestra un formulario donde el usuario debe seleccionar un parámetro (listado de parámetros: frecuencia, tensión, factor de potencia, armónicos de tensión y armónicos de corriente) y donde, también, debe seleccionar el rango de fechas para el análisis (fecha inicio: dd/mm/aaaa y fecha fin: dd/mm/aaaa).
5. El usuario selecciona el parámetro.
6. El usuario selecciona el rango de fechas.
7. El usuario selecciona "Mostrar".
8. El sistema verifica la información.
9. El sistema muestra los datos generales del parámetro (promedio y evaluación) y un resumen del comportamiento del mismo en las fechas incluidas en el rango determinado, la hora, el valor y el estado. Termina el caso de uso.

5. Flujo Alternativo.

5.1. Flujo alterno 1: Imprimir.

7. El usuario selecciona "Imprimir".
8. El sistema muestra el mensaje "Primeramente debe seleccionar Mostrar".
9. Se retorna al paso 7.
10. Se muestra la información.
11. El usuario selecciona "Imprimir".

12. El sistema imprime un informe con los datos generales del parámetro (promedio y evaluación) y un resumen del comportamiento del mismo en las fechas incluidas en el rango determinado, la hora, el valor y el estado. Termina el caso de uso.

6. Post Condiciones

- 6.1. El usuario obtiene un análisis del parámetro que seleccionó.

7. Requerimientos Especiales.

RF 1. Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.

RF 1.1 Analizar Frecuencia.

RF 1.1.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.1.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.1.1.2 Imprimir informe.

RF 1.2 Analizar Tensión.

RF 1.2.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.2.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.2.1.2 Imprimir informe.

RF 1.3 Analizar Factor de Potencia.

RF 1.3.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.3.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.3.1.2 Imprimir informe.

RF 1.4 Analizar Armónicos de Tensión.

RF 1.4.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.4.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.4.1.2 Imprimir informe.

RF 1.5 Analizar Armónicos de Corriente.

RF 1.5.1 Seleccionar el período de tiempo que el usuario desea determinar para el análisis.

RF 1.5.1.1 Mostrar análisis de los valores en la fecha indicada por el usuario.

RF 1.5.1.2 Imprimir informe.

Anexo 6. Documento: Caso de Uso Configurar Valores de Referencia.

1. Propósito.

Permitir al usuario configurar los valores de los parámetros electro-energéticos para establecer los límites de estos en búsqueda de la eficiencia del servicio eléctrico en la empresa.

2. Breve Descripción.

El caso de uso comienza cuando el usuario solicita "Análisis de la Calidad" en el menú "Inicio" de la aplicación. El sistema muestra un menú donde el usuario puede seleccionar "Análisis" y "Configuración". El usuario selecciona "Configuración" y le permite establecer máximos y mínimos normales y admisibles de cada parámetro influyente en la calidad energética. El usuario determina los valores. El sistema registra la información y muestra mensaje de acción cumplida.

3. Breve Descripción del Actor.

El actor es el usuario del sistema el cual juega el rol energético e inicia el caso de uso.

4. Precondiciones.

- 4.1. Que el usuario se encuentre autenticado
- 4.2. Que exista el formulario para introducir los datos.

5. Flujo Básico de Eventos.

- 1. El usuario selecciona la opción "Análisis de la Calidad" en el menú "Inicio" de la aplicación.

2. El sistema muestra un menú que le permite seleccionar al usuario "Análisis" o "Configuración".
3. El usuario selecciona "Configuración".
4. El sistema muestra un formulario donde el usuario selecciona el o los parámetros que desea configurar y en él puede insertar los valores deseados de referencia en los campos a llenar.
5. El usuario selecciona el o los parámetros e introduce los valores deseados.
6. El usuario selecciona "Guardar Configuración".
7. El sistema registra en la base de datos esos valores como referencia a la hora de realizar el análisis de la calidad del parámetro en cuestión.
8. El sistema muestra mensaje de acción cumplida satisfactoriamente. Termina el caso de uso.

5. Flujo Alternativo.

5.1. Flujo alterno 1: Cancelar.

6. El usuario selecciona "Cancelar".
7. El sistema muestra los valores predeterminados. Termina el caso de uso.

6. Post Condiciones

- 6.1. Se guarda en la base de datos los valores del o los parámetros configurados.

7. Requerimientos Especiales.

RF 2. Configurar Valores de Referencia.

RF 2.1 Configurar Valores de Frecuencia.

RF 2.1.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.1.2 Guardar Configuración.

RF 2.2 Configurar Valores de Tensión.

RF 2.2.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.2.2 Guardar Configuración.

RF 2.3 Configurar Valores del Factor de Potencia.

RF 2.3.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.3.2 Guardar Configuración.

RF 2.4 Configurar Valores de Armónicos de Tensión.

RF 2.4.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.4.2 Guardar Configuración.

RF 2.5 Configurar Valores de Armónicos de Corriente.

RF 2.5.1 Determinar valores del parámetro.

RF 2.5.2 Guardar Configuración.

Anexo 7. Descripción de las clases del sistema.

Nombre:	calidadActions	
Tipo de clase:	controladora	
Atributo:	Tipo:	
Responsabilidades:		
Nombre:	Descripción:	
Configuración()	Llama al método Configuración de la clase Parámetro y le pasa los parámetros (variables) que dicho método requiere para actualizar.	
GetParámetros()	Retorna el valor de todos los parámetros electro-energéticos.	
ValidarFecha()	Valida las fechas seleccionadas por el usuario.	
GetValores()	Retorna los valores de un parámetro electro-energético dado el rango de fecha seleccionado por el usuario.	
GetPromedio()	Retorna el valor promedio de los valores de un parámetro electro-energético en el rango de fecha seleccionado por el usuario.	
GetEstadoPromedio(\$parámetro, \$valor)	Retorna el estado promedio de un parámetro.	

Nombre:	Parámetro	
Tipo de clase:	entidad	
Atributo:	Tipo:	
Responsabilidades:		
Nombre:	Descripción:	
Configuración(\$par, \$minimo, \$maximo, \$mensaje, \$minimoi, \$maximoi)	Actualiza las variables o parámetros.	
getParámetros(\$parámetros)	Retorna el parámetro electro-energético motivo de análisis que el usuario previamente seleccionó.	
AnalizarFechas(\$inicio,\$fin)	Comprueba que la fecha de inicio sea menor que la final.	

Nombre:	Tvalores	
Tipo de clase:	entidad	
Atributo:	Tipo:	
Responsabilidades:		
Nombre:	Descripción:	
GetValores(\$id_parametro,\$inicio,\$fin)	Retorna todos los valores que tengan el id que se usa como parámetro al método y que además se encuentran entre esos rangos de fecha.	
Get_Estado()	Retorna el estado del valor (malo, regular o bueno) para parámetros electro-energéticos instantáneos determinándose como caso 1 el parámetro Frecuencia y caso 2 el parámetro Tensión.	
Get_NombreParametro()	Retorna el nombre del parámetro seleccionado para analizar.	

Anexo 8. Diseño de Casos de Prueba: Caso de Uso Analizar Calidad de la Energía Eléctrica.

1. Descripción general.

Este caso de uso le permite al usuario analizar la calidad de la energía mediante los parámetros: frecuencia, tensión, factor de potencia, armónicos de corriente y armónicos de tensión.

La prueba a realizar al Caso de Uso Análisis de la Calidad de la Energía Eléctrica es:

- CP. #1: Seleccionar rango de fecha.

2. CP. #1: Seleccionar rango de fecha.

2.1. Descripción.

Este caso de prueba le permite al usuario seleccionar un rango de fecha para obtener el análisis del parámetro seleccionado.

2.2. Flujo central.

1. El usuario selecciona la opción "Análisis de la Calidad" en el menú "Inicio" de la aplicación.
2. El sistema muestra un menú que le permite seleccionar al usuario "Análisis" o "Configuración".
3. El usuario selecciona "Análisis".

4. El sistema muestra un formulario donde el usuario debe seleccionar un parámetro (listado de parámetros: frecuencia, tensión, factor de potencia, amónicos de tensión y amónicos de corriente) y donde, también, debe seleccionar el rango de fechas para el análisis (fecha inicio: dd/mm/aaaa y fecha fin: dd/mm/aaaa).
5. El usuario selecciona el parámetro.
6. El usuario selecciona el rango de fechas.
7. El usuario selecciona "Mostrar".
8. El sistema verifica la información.
9. El sistema muestra los datos generales del parámetro (promedio y evaluación) y un resumen del comportamiento del mismo en las fechas incluidas en el rango determinado, la hora, el valor y el estado. Termina el caso de uso.

2.3. Condiciones de ejecución.

- ✓ El usuario previamente autenticado en el sistema.
- ✓ Existencia del formulario

2.4. Iteraciones.

Clases Válidas	Clases Inválidas	Resultado Esperado	Resultado de la Prueba	Observaciones
El usuario selecciona un		Se espera que el sistema muestre los	Al introducir correctamente	

Glosario.

<p>parámetro y determina la fecha de inicio y final para realizar el análisis correctamente y selecciona "Mostrar".</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Parámetro: Frecuencia.</p> <p>Fecha Inicio: 26/01/2009.</p> <p>Fecha Final: 29/05/2009.</p>		<p>datos generales del parámetro (promedio y evaluación) y un resumen del comportamiento de éste en el período de tiempo que señaló el usuario.</p>	<p>la fecha el sistema mostró los valores de Frecuencia.</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Promedio: 63.5 Hz.</p> <p>Evaluación: Regular.</p> <p>En el 2009/03/03 a las 05:11:14 su valor era de 61.5 y el estado de este valor es Regular.</p>	
	<p>El usuario selecciona un parámetro y determina la fecha de inicio mayor que la fecha final para realizar el análisis y</p>	<p>El sistema debe mostrar un mensaje indicando el error.</p>	<p>El sistema muestra el mensaje.</p>	

Glosario.

	<p>selecciona "Mostrar" o "Imprimir" (Flujo alterno).</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Parámetro: Frecuencia.</p> <p>Fecha Inicio: 29/05/2009.</p> <p>Fecha Final: 26/01/2009.</p>			
	<p>El usuario selecciona un parámetro e introduce letras y/o símbolos en los campos de fecha inicial y fecha final para realizar el análisis.</p> <p>Ejemplo:</p> <p>Parámetro:</p>	<p>Los campos de fecha inicial y fecha final muestran una línea roja determinando la existencia de un error de formato y se indica el formato de fecha correcto.</p> <p>(dd/mm/aaaa)</p>	<p>El sistema indica el error y muestra sugerencia.</p>	

Glosario.

	Frecuencia. Fecha Inicio: prueba*#. Fecha Final: prueba@=.			
--	--	--	--	--

Anexo 9. Diseño de Casos de Prueba: Caso de Uso Configurar Valores de Referencia.

1. Descripción general.

Permitir al usuario configurar los valores de los parámetros electro-energéticos para establecer los límites de estos en búsqueda de la eficiencia del servicio eléctrico en la empresa.

La prueba a realizar al Caso de Uso Configurar Valores de Referencia es:

- CP. #1: Introducir valores.

2. CP. #1: Introducir valores.

2.1. Descripción.

Este caso de prueba le permite al usuario introducir los valores admisibles e inadmisibles que pueden tener los parámetros para realizar el análisis de la calidad energética en la empresa.

2.2. Flujo central.

1. El usuario selecciona la opción "Análisis de la Calidad" en el menú "Inicio" de la aplicación.
2. El sistema muestra un menú que le permite seleccionar al usuario "Análisis" o "Configuración".
3. El usuario selecciona "Configuración".

4. El sistema muestra un formulario donde el usuario selecciona el o los parámetros que desea configurar y en el puede insertar los valores deseados de referencia en los campos a llenar.
5. El usuario selecciona el o los parámetros e introduce los valores deseados.
6. El usuario selecciona "Guardar Configuración".
7. El sistema registra en la base de datos esos valores como referencia a la hora de realizar el análisis de la calidad del parámetro en cuestión.
8. El sistema muestra mensaje de acción cumplida satisfactoriamente. Termina el caso de uso.

2.3. Condiciones de ejecución.

- ✓ El usuario previamente autenticado en el sistema.
- ✓ Existencia del formulario

2.4. Iteraciones.

Clases Válidas	Clases Inválidas	Resultado Esperado	Resultado de la Prueba	Observaciones
El usuario introduce correctamente los valores.		El usuario debe seleccionar "Guardar Configuración" y el sistema debe guardar satisfactoriamente los	Los valores se guardaron en la base de datos y se mostró el mensaje	

Glosario.

<p>Ejemplo: Valores de la Frecuencia: Frecuencia instantánea: Mínimo normal: 55. Mínimo normal: 65. Máximo inadmisibile: 45.2. Mínimo inadmisibile: 73.4.</p>		<p>valores en la base de datos y mostrar un mensaje de acción satisfactoria.</p>	<p>esperado.</p>	
	<p>El usuario introduce incorrectamente los valores introduciendo</p>	<p>El sistema debe señalar los errores y mostrar sugerencia y si el usuario selecciona "Guardar</p>	<p>El sistema señaló los errores y mostró sugerencia.</p>	

	<p>letras y símbolos. Ejemplo: Valores de la Frecuencia: Frecuencia instantánea: Mínimo normal: prueba Mínimo normal: *-,+ Máximo inadmisible: ()? Mínimo inadmisible: ejemplo</p>	<p>Configuración” mostrar mensaje de error: “El campo se lo puede contener números”.</p>	<p>Cuando se selecciono “Guardar Configuración” se mostró el mensaje de error esperado.</p>	
--	--	--	---	--

Glosario

A.

Aplicación web: Una aplicación web es un sistema informático que los usuarios utilizan accediendo a un servidor web a través de Internet o de una intranet. Las aplicaciones web son populares debido a la practicidad del navegador web como cliente ligero. En otras palabras, es una aplicación software que se codifica en un lenguaje soportado por los navegadores web (HTML, JavaScript, Java, asp.net, etc.) en la que se confía la ejecución al navegador.

AJAX: acrónimo de *Asynchronous JavaScript And XML* (JavaScript asíncrono y XML). Es una técnica de desarrollo web para crear aplicaciones interactivas. Éstas se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador de los usuarios y mantiene comunicación asíncrona con el servidor en segundo plano.

Apache: Servidor HTTP de dominio público basado en el sistema operativo Linux. Se desarrolló en 1995 y es actualmente uno de los servidores HTTP más utilizados en la red.

C.

C: Lenguaje de programación creado en 1972 por Kenneth L. Thompson y Dennis M. Ritchie en los Laboratorios Bell como evolución del anterior lenguaje B, a su vez basado en BCPL. Al igual que B, es un lenguaje orientado a la implementación de Sistemas Operativos, concretamente Unix. C es apreciado por la eficiencia del código que produce y es el lenguaje de programación más popular para crear software de sistemas, aunque también se utiliza para crear aplicaciones. Se trata de un lenguaje débilmente tipificado de medio nivel pero con muchas características de bajo nivel.

CUJAE: Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría o también conocida como Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (ISPJAE). Es un centro universitario de estudios tecnológicos. Fundada el 29 de julio de 1976, es la Alta Casa rectora de las Ciencias Técnicas en el país y el mayor centro de estudios superiores de Cuba en el campo de la tecnología.

CSS (*Cascading Style Sheets*): Tecnología empleada en la creación de páginas Web, que permite un mayor control sobre el lenguaje HTML. Permite hojas de estilo que definen como cada elemento, se tiene que mostrar. CSS ha sido desarrollado por W3C.

D.

DCS: Sistemas de Control Distribuido. Ha sido desarrollado para resolver la adquisición de grandes volúmenes de información, su tratamiento en centros de supervisión y mando, y la actuación en tiempo real sobre el proceso a controlar. Se trata de un sistema abierto, que permite la integración con equipos de otros fabricantes que realicen funciones específicas, y hace la función de canalizador de todos los datos recogidos para, a través de líneas de comunicación de alta velocidad, ponerlos a disposición de los usuarios de la planta.

DEI (*Dispositivos Electrónicos Inteligentes*): Dispositivos electrónicos de análisis y medición de energía eléctrica basados en microprocesadores.

DOM (*Document Object Model*): Especificación que define como se puede acceder a los objetos de un documento HTML (ventanas, imágenes y formularios) a través de un lenguaje script. Básicamente define una jerarquía de objetos.

E.

Eclipse PHP Development: Es principalmente una plataforma de programación, usada para crear entornos integrados de desarrollo y cuyas herramientas mejoran la productividad de los desarrolladores de PHP.

ExtJS: es un *framework* JavaScript para interfaces avanzadas.

F.

Framework: Es una estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.

G.

GNU (General Public License): La Licencia Pública General fue creada por la *Free Software Foundation* a mediados de los 80, y está orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

GPL (Licencia Pública General): Licencia Pública General desarrollada por la FSF (*Free Software Foundation*), permite instalar, modificar, usar y distribuir programas GPL en uno o varios equipos sin limitación.

H.

Hardware: Conjunto de elementos materiales que componen una computadora.

HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*): Es el protocolo encargado de llevar la información que contiene una página Web por toda la red de Internet. Define como se tienen que crear y enviar los mensajes y qué opciones debe tener el servidor y el navegador en respuesta a un comando.

HTML (*Hypertext Markup Language*): Es el lenguaje de marcado predominante para la construcción de páginas web. Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes.

I.

IBM (*International Business Machines*): Empresa que fabrica y comercializa herramientas, programas y servicios relacionados con la informática.

J.

JavaScript: Es el lenguaje scripting por excelencia, es decir, es un lenguaje basado en scripts (guión o conjunto de instrucciones). Posee una sintaxis similar a la del lenguaje Java y el lenguaje C, aunque no es un lenguaje orientado a objetos propiamente dicho, ya que no dispone de herencia. Está destinado al desarrollo de aplicaciones web como complemento del HTML.

JSON (*JavaScript Object Notation*): Formato ligero para el intercambio de datos, es un subconjunto de la notación literal de objetos de JavaScript que no requiere el uso de XML.

L.

LAN: Red de área local.

Lenguaje: En informática, cuando se habla de lenguaje nos referimos generalmente al de programación, conjunto de instrucciones que las aplicaciones necesitan para que el ordenador ejecute determinadas operaciones. Hay lenguaje de alto y bajo nivel, de tercera y cuarta generación, lenguaje natural y lenguaje máquina, etc.

Linux: Es el término empleado para referirse al sistema operativo similar a Unix que utiliza como base las herramientas de sistema de GNU y el núcleo Linux. Su desarrollo es uno de los ejemplos más prominentes de software libre; todo el código fuente puede ser utilizado, modificado y redistribuido libremente por cualquiera bajo los términos de la GPL de GNU (Licencia Publica General de GNU) y otras licencias libres.

M.

Multiplataforma: Sistema que puede ejecutarse en diversos sistemas operativos y tipos de hardware.

MVC (Modelo Vista Controlador): Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario, y la lógica de control en tres componentes distintos. El patrón MVC se ve frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML y el código que provee de datos dinámicos a la página. El modelo es el Sistema de Gestión de Base de Datos y la lógica de negocio, y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.

O.

Open Source (Código Abierto): Término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. Fue utilizado por primera vez en 1998 por algunos usuarios de la

comunidad del software libre, tratando de usarlo como reemplazo al ambiguo nombre original en inglés del software libre (*free software*).

Open Up: Framework de procesos de desarrollo de software de código abierto. Es un proceso modelo y extensible, dirigido a gestión y desarrollo de proyectos de software basados en desarrollo iterativo, ágil e incremental.

P.

PAEC: Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba. Surge en Cuba en el año 1997 como estrategia para el ahorro de electricidad y la puesta en marcha de una serie de medidas para el cumplimiento del ahorro energético.

Perl: Lenguaje de programación diseñado por Larry Wall en 1987. Perl toma características del lenguaje C, del lenguaje interpretado shell, AWK, sed, Lisp y, en un grado inferior, de muchos otros lenguajes de programación. Estructuralmente, Perl está basado en un estilo de bloques como los del C o AWK, y fue ampliamente adoptado por su destreza en el procesado de texto y por no tener ninguna de las limitaciones de los otros lenguajes de script.

PHP (acrónimo recursivo de "PHP: Hypertext Pre-processor"): Es un lenguaje de código abierto interpretado, de alto nivel, embebido en páginas HTML y ejecutado en el servidor. Se trata de un lenguaje interpretado usado para la creación de aplicaciones para servidores, o creación de contenido dinámico para sitios web.

PostgreSQL: Es un Sistema de Gestión de Bases de Datos Objeto-Relacional (ORDBMS) basado en el proyecto POSTGRES, de la Universidad de Berkeley. Es una derivación libre (Open Source) de este proyecto, y utiliza el lenguaje SQL92/SQL99.

R.

Red Eléctrica: Conjunto de medios formado por generadores eléctricos, transformadores, líneas de transmisión y líneas de distribución utilizados para llevar la energía eléctrica a los elementos de consumo de los usuarios.

S.

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*): Sistemas de Adquisición de Datos y Control. Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. También provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios supervisores dentro de la empresa (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.).

Servidor: Sistema que proporciona recursos (por ejemplo, servidores de ficheros, servidores de nombres). En Internet este término se utiliza muy a menudo para designar a aquellos sistemas que proporcionan información a los usuarios de la red.

Software: Se llama así a todos los programas o elementos lógicos que hacen que una computadora funcione, poniéndose en interacción con los componentes físicos de la computadora.

Symfony: Es un completo *framework* diseñado para optimizar, gracias a sus características, el desarrollo de las aplicaciones web. Symfony se encarga de separar la lógica de negocio, la lógica del servidor y la presentación de la aplicación web.

U.

UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas. Creada por el Comandante en Jefe de la Revolución cubana, Fidel Castro Ruz, al calor de la batalla de ideas en el año 2002. Es un centro de estudios universitarios radicado en Ciudad de la Habana. Nacido como un proyecto de la Revolución Cubana, denominado al principio "Proyecto Futuro", con dos objetivos: informatizar el país y desarrollar la industria del Software para contribuir al desarrollo económico del mismo. Es la primera universidad cubana creada bajo los propósitos de la Batalla de Ideas.

UNE: Unión Nacional Eléctrica. Asesorar los planes de consumo mensual, controlar y regular los consumos.

URL (*Uniform Resource Locator*): Es un localizador uniforme de recurso. Es una secuencia de caracteres, de acuerdo a un formato estándar, que se usa para nombrar recursos, como documentos e imágenes en Internet, por su localización. Las URL fueron una innovación fundamental en la historia del internet. Fueron usadas por primera vez por Tim Berners-Lee en 1991, para permitir a los autores de documentos establecer hiperenlaces en la World Wide Web. Desde 1994, en los estándares del internet, el concepto de URL ha sido incorporado dentro del más general de URI (Uniform Resource Identifier - Identificador Uniforme de Recurso).

V.

Visual Paradigm: Es una herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo del desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue.

W.

WWW (*World Wide Web*): También conocida como la Web o Red Global Mundial. Sistema mundial de servidores Web conectados a Internet. En informática es un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet. Con un navegador Web un usuario visualiza páginas web que pueden contener texto, imágenes, videos u otros contenidos multimedia, y navega a través de ellas usando hiperenlaces. La Web fue creada alrededor de 1989 por el inglés Tim Berners-Lee y el belga Robert Cailliau.

W3C (*World Wide Web Consortium*): Consorcio internacional de compañías y organizaciones involucradas en el desarrollo de Internet y en especial de la WWW. Su propósito es desarrollar estándares y organizar la Internet.

X.

XML (*Extensible Markup Language*): Conjunto de reglas para definir etiquetas semánticas que organizan un documento en diferentes partes.