



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



**Trabajo de Diploma para optar por el Título
de Ingeniero en Ciencias Informáticas**

Título:

*Desarrollo de un componente gráfico para la
visualización de las mediciones y cálculos asociados a
un tanque en el SCADA-GALBA.*

Autor: Frank Edulman Delgado Peña

Tutor: Ing. Henry Marcelo Cabrera Robles

Co-Tutor: Ing. Miguel Ángel Albuerne Rivero

La Habana, Julio 2 de 2015.

“Año del 57 de la Revolución”

Declaración de autoría

Por este medio declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) para que hagan el uso que estimen pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes ____ del 2015.

Firma del Autor

Frank Edulman Delgado Peña

Firma del Tutor

Ing. Henry Marcelo Cabrera

Firma del Co-Tutor

Ing. Miguel Ángel Albuerne Rivero

Datos de contacto

Tutor: Ing. Henry Marcelo Cabrera

Centro: Centro de Informática Industrial

Departamento: Desarrollo de Componentes

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

E-mail: hmcabrera@uci.cu

Co-Tutor: Ing. Miguel Ángel Albuerne Rivero

Centro: Centro de Informática Industrial

Departamento: Desarrollo de Aplicaciones.

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

E-mail: albuerne@uci.cu

“El conocimiento es una herramienta, y como todas las herramientas, su impacto está en manos del usuario.”

Dan Brown



Dedicatoria

Mi esfuerzo durante de estos cinco años de la carrera, todos mis resultados como estudiante, mis logros personales y mi título de Ingeniero en Ciencias Informáticas, van dedicado a mi madre que siempre me dio su apoyo y dedicación, a mi padrastro Alfonso que ha sido como un padre para mí, a mis hermanos Rosendo, David, a mi abuelo Gustavo, a mi familia y amigos.

Agradecimientos

Quiero empezar por la persona más especial para mí, mi madre que a ella le debo todo, ella que siempre estuvo a mi lado, fue padre y madre a la vez, fue mi faro y guía en los momentos difíciles de mi vida, sin ella no hubiese logrado con éxito graduarme de ingeniero en ciencias informáticas, por eso y muchas cosas más gracias mamá.

A mi papá Alfonso por ser el ejemplo de padre que nunca tuve. Por enseñarme las cosas buenas y malas de la vida, gracias papá.

A mis hermanos Rosendo y David por ser los hermanos más especiales, a Rosendo por ser mi meta y como meta siempre quise superar, a David por ser el hermano más peleón que conozco mi burrito.

A mis abuelos Ramón, Emma, Xiomara y Gustavo, a mis tíos Guillermo y Francisco.

A mis tutores Henry y Miguel que desde un principio tuvieron fe en mí. A Henry muchas gracias de verdad, que siempre te llevaba los explotes de mi mala práctica de programación. A Miguel por pelear conmigo por mi redacción en la tesis, cuando me peleabas por ser tan preciso y no daba la muela que era. Mucha gracias a

Agradecimientos

los dos sin ustedes no me hubiese graduado y que desde un primer momento me dijeron que si eran mis tutores.

A mis compañeros del 87 201, 87 202, 87203, 87204, 87205, 87206, 87 107, 87108, 87 104. y si me falta alguno muchas gracias por haberme soportado durante estos 5 años.

A mi piquete más selecto a Carlitos, a José que siempre he tenido que cargar con él desde la primaria y por ser un hermano más, a Jardínot por ser el rey de los zánganos, a Eduardo otro de mis más grandes amigos en la universidad, igual que Alejandro, al que dice se mi padre Yaikel, a Rigo mi primer socio aquí en la escuela, a Papo por ser un peleón, a Alfonso el viejito, a Adolfo, a Enrique, a José (Koko), al zunzún (Kokito), a Hayron, a Handy y al Nino al que quisiera decirles unas palabras mala mía por Brasil 2014, a Orlando (Hobbit), a Eliades, a Arielito, al Pop, a Costa. Y demás amigos que tengo que son muchos y no me vienen a la memoria ahora.

A mis amigos del 88 al Niche, a Esmaykel, a Yerson, Al White, a Erduin, a Yandry, a Pedro, a Nelson y demás

A mis niñas de la facultad a Maiyara, a Ana Maria, a Rosa, a Yoenia, a Liyanis, a Yanis, a Claudia, a Naydi, a Deyanira, a Yoanita, a Mirnerys y demás.

Agradecimientos

A mis niñas de primer año, a Maday, a Arlet, a Hany, a Arlette, a Betty, a Ary, a Melisa, a Karla y demás.

A los loquitos de primer año a Alejandro a Adrián, a Roberto, a Ariel, a Rogelio y demás colegas del fútbol.

A todos aquellos amigos que he conocido a través de estos 5 años a los cuales no los menciono.

Resumen

En Cuba se ha dado prioridad al desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC, por sus siglas en inglés), para dar soporte y ayuda las diferentes infraestructuras productivas del país, un ejemplo de esto es la Universidad de la Ciencias Informáticas (UCI) que proporciona servicios y productos informáticos. La misma está compuesta por diferentes facultades, de las cuales la facultad 5 se encuentra el Centro de Informática Industrial (CEDIN). Este centro se especializa en la automatización de procesos industriales, dentro de sus principales productos está el sistema SCADA Guardián del ALBA (GALBA), este es desarrollado en conjunto con la Empresa de Petróleo de Venezuela SA (PDVSA), para la supervisión y control y adquisición de datos de cualquier proceso industrial. El SCADA-GALBA cuenta con un conjunto de componentes gráficos comúnmente utilizados en el sector del petróleo como son: válvulas, bombas, sumarios y medidores verticales. Si bien es posible llevar el control de un tanque haciendo uso de estos componentes, el trabajo del mantenedor se hace más engorroso, ya que el sistema no cuenta con un componente gráfico que pueda agrupar todas las mediciones y cálculos asociados a un tanque, lo que complejiza la tarea de configuración a la hora de ensamblar los componentes gráficos y variables involucradas. De esta manera se ve afectada notablemente la usabilidad del GALBA cuando se pretende controlar combustibles líquidos que se almacenan en tanques.

La herramienta *TankMaster* se tomó como principal referencia para realizar un estudio de los sistemas de medición de tanque existentes para obtener los requisitos a través de una ingeniería inversa. Para dar solución al problema de la presente investigación se seleccionó la metodología de software Proceso Unificado Ágil (AUP-UCI_Dev 1.1, por sus siglas en inglés), el lenguaje de programación C++ y la herramienta Qt como *framework* de desarrollo para aplicaciones multiplataforma.

Palabras clave: Combustibles líquidos, Inventario de tanques, Medición de tanques, TankMaster.

Índice

Introducción	13
Capítulo 1: Fundamentación Teórica.....	18
1.1 Proceso de Medición de los Datos de Almacenamiento.....	18
1.1.1 Combustibles líquidos	18
1.1.2 Inventario de tanques	18
1.1.3 Proceso de medición	19
1.1.4 Selección de la técnica de Medición.....	20
1.2 Estándares y normas.....	21
1.2.1 Normas y estándares de medición de tanque	21
1.2.2 Variables y algoritmos del sistema	24
1.3 Sistemas SCADA	27
1.3.1 Módulos del sistema SCADA-GALBA	28
1.4 Herramientas de Medición	29
1.4.1 Herramienta TankMaster.....	29
1.4.2 Herramienta Tank Visión	30
1.4.3 Herramienta Tank Gauging.....	30
1.5 Selección de la herramienta.....	31
1.6 Herramientas, lenguajes y metodologías.....	31
1.6.1 Framework de QT	31
1.6.2 Lenguaje de programación C++	32
1.6.3 Lenguaje de modelado UML	32
1.6.4 Herramienta de modelado.....	32
1.6.5 Metodologías de desarrollo de software	32
1.6.5.1 Metodología AUP	33

1.6.5.2 Fases AUP-UCI	33
Conclusiones parciales	34
Capítulo 2: Propuesta y Solución	35
2.1 Propuesta de solución	35
2.2 Modelo del Dominio	35
2.2.1 Descripción del Modelo de Dominio	36
2.3 Captura de Requisitos	37
2.3.1 Requisitos Funcionales	37
2.3.2 Requisitos no Funcionales	39
2.4 Descripción de los actores	40
2.4.1 Casos de Uso del Sistema	40
2.4.2 Descripción textual de Casos de Uso del Sistema	41
2.5 Modelo del Diseño	44
2.5.1 Diagrama de Clases del Diseño.....	44
2.6 Patrones de Arquitectura	46
2.6.1 Patrón de arquitectura N-Capas	46
2.6.2 Patrón de Diseño.....	48
Conclusiones Parciales	49
Capítulo 3: Implementación y Prueba.....	50
3.1 Implementación de la aplicación	50
3.2 Estándares de codificación.....	50
3.3 Tratamiento de Errores	53
3.4 Modelo de implementación (Diagrama de componentes).....	53
3.4.1 Descripción del componente.....	54
3.5 Modelo de despliegue (Diagrama de despliegue).....	54

Índice

3.5.1 Descripción de los Nodos.....	55
3.6 Pruebas de software.....	55
3.6.1 Pruebas de caja negra	56
3.6.2 Diseño de Caso de Prueba del CU <Activar componente tanque.>.....	56
3.7 Beneficios del sistema	58
Conclusiones parciales	59
Conclusiones Generales.....	60
Recomendaciones.....	61
Bibliografía	62
Glosarios	64
Anexo 1	68

Índice de Ilustración

Ilustración 1 Inventario de un tanque.	19
Ilustración 2 Tabla de cálculo Basado en Nivel.	21
Ilustración 3 Sistemas SCADA-GALBA.	29
Ilustración 4 Modelo de Dominio	36
Ilustración 5 Diagrama de Caso de Uso del Sistema.....	41
Ilustración 6 Diagrama de clases del sistema.....	45
Ilustración 7 Diagrama de Arquitectura del sistema.....	48
Ilustración 8 Identación.	50
Ilustración 9 Declaración de variables.....	51
Ilustración 10 Declaración de Clases e Interfaces.	51
Ilustración 11 Sentencia de retorno.....	52
Ilustración 12 Sentencia if.	52
Ilustración 13 Sentencia for.....	52
Ilustración 14 Sentencia While.....	52
Ilustración 15 Error en campos vacíos.....	53
Ilustración 16 Diagrama de Componente.....	54
Ilustración 17 Diagrama de Despliegue.....	55
Ilustración 18 Iteraciones de Pruebas de Caja Negra.....	58

Introducción

En Cuba se le ha dado alta prioridad al uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para apoyar la gestión y el desarrollo en diferentes sectores como la salud, la educación, el deporte, entre otros. Cuando se hace alusión a la informatización de la sociedad cubana, se está hablando de poner en uso las tecnologías de la informática en los diferentes sectores de la misma, para lograr así una mayor generación de conocimiento y riquezas.

En la actualidad, el número de organizaciones y empresas, que usan sistemas informáticos encaminados a brindar ayuda ha aumentado. Esto se debe a que con frecuencia la tecnología requiere de mayor conocimiento experto y toma de decisiones, como herramienta primordial en empresas de gran nivel hoy en día.

En el amplio campo de la informática tiene lugar la automatización de procesos industriales, a partir de la necesidad de recolectar, almacenar y visualizar la información de los mismos. Los sistemas SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*, por sus siglas en inglés) son un ejemplo de automatización, diseñados con la finalidad de supervisar y controlar procesos a distancia, basándose en la adquisición de datos generados por dispositivos de campo. Estos son sistemas generalmente genéricos, en los que no es común su especialización en determinadas áreas como la supervisión de patios de tanques o depósitos de combustibles líquidos donde se almacena la producción de las refinerías de petróleo, sin embargo empresas como *Emerson* y *Rosemount* han desarrollado aplicaciones dedicadas a gestión de combustibles aprovechando sus experiencias e infraestructura en soluciones SCADA previas.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) cuenta con diferentes facultades docentes. En la facultad 5 existen diferentes centros de desarrollo, donde se encuentra el Centro de Informática Industrial (CEDIN) (1). Este centro está encargado de desarrollar productos y servicios informáticos para la automatización de procesos en el área industrial. Actualmente tiene como uno de sus principales productos el SCADA-GALBA, en convenio con la empresa de Petróleo de Venezuela S.A (PDVSA por sus siglas), el cual está orientado a supervisar y controlar procesos en el sector petrolero y energético.

Introducción

El proceso de medición e inventario de los depósitos de combustibles y gases líquidos, es clave para gestionar las áreas operacionales dedicadas a la actividad de almacenamiento, como visualizar los datos medidos y los datos de inventario para tanques individuales, así como para grupos de tanques. Esto permite calcular los indicadores de producción y la calidad del combustible obtenido que desencadenará las acciones de planificación, comercialización y embarque, entre otras. Cada tanque ofrece una serie de parámetros, como el nivel, la temperatura media, volumen total observado (TOV) y volumen neto estándar (NSV).

PDVSA utiliza para la medición y balance de los depósitos de combustibles líquidos la herramienta propietaria *TankMaster*, desarrollada por la transnacional Emerson. Esta no ha recibido el soporte y actualización requeridos para ajustarse a la actual plataforma tecnológica de la empresa. Esto tiene como consecuencia que no se haga factible su uso, ya que podría generar un mal funcionamiento en el proceso de control. En el centro anteriormente se realizó una investigación con la que se pretendía sustituir la herramienta *TankMaster*, lo cual no se materializó debido a que al concluir su desarrollo no cumplía con los requisitos necesarios.

El SCADA-GALBA cuenta con un conjunto de componentes gráficos comúnmente utilizados en el sector del petróleo como son: válvulas, bombas, sumarios y medidores verticales. Si bien es posible llevar el control de un tanque haciendo uso de estos componentes, el trabajo del mantenedor se hace engorroso, ya que el sistema no cuenta con un componente gráfico que pueda agrupar todas las mediciones y cálculos asociados a un tanque, lo que complejiza la tarea de configuración a la hora de ensamblar los componentes gráficos y variables involucradas. De esta manera se ve afectada notablemente la usabilidad del SCADA-GALBA cuando se pretende controlar combustibles líquidos que se almacenan en tanques.

A partir de la **situación problemática** antes expuesta se deriva el siguiente **problema de investigación**: ¿Cómo visualizar las mediciones y cálculos asociados a un tanque cuando se pretende controlar combustibles líquidos en el SCADA-GALBA?

Por tanto, el **objeto de estudio** de la investigación está enmarcado en los sistemas de medición en tanques.

Introducción

A partir de todo lo anterior, el **campo de acción** se delimita por la visualización de las mediciones y cálculos asociados a un tanque en el almacenamiento de combustibles líquidos en los Sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

Para darle solución al problema planteado se propone como **objetivo general de la investigación**: Desarrollo de un componente gráfico para la visualización de las mediciones y cálculos asociados a un tanque en el SCADA-GALBA.

Para cumplir el objetivo de la investigación se plantean las siguientes **tareas de investigación**:

1. Elaboración del marco teórico de la investigación a partir del estado del arte existente sobre el tema.
2. Identificación de las tecnologías y marco de trabajo a utilizar en la implementación del proyecto SCADA GALBA.
3. Selección de una metodología para el componente gráfico mediante la aplicación de ingeniería inversa a la herramienta *TankMaster* como técnica de captura de requisitos.
4. Identificar los algoritmos para el cálculo de las mediciones y las variables a utilizar en la investigación y para luego su implementación.
5. Implementación del componente para la visualización de las mediciones y cálculos asociados a tanques de almacenamiento de combustible líquidos.
6. Realización de pruebas al componente para la visualización de las mediciones y cálculos asociados a tanques de almacenamiento de combustible líquidos.

La **idea a defender** de la investigación es que con la implementación del componente permitirá la visualización de las mediciones y cálculos asociados a un tanque, contribuyendo considerablemente el control de combustibles líquidos que se almacenan en tanques.

Diseño metodológico de la investigación:

La estrategia de investigación utilizada:

Investigación exploratoria: Para conocer la situación del inventario de las mediciones de los tanques.

Los métodos utilizados en la investigación:

Métodos teóricos:

- **Histórico lógico:** Permite efectuar un estudio de los sistemas de medición y cálculo de un tanque para el almacenamiento de combustibles en cuestión y su evolución histórica en el mundo, así como profundizar los conocimientos sobre los sistemas de mediciones en los últimos años.
- **Modelación:** Permite la creación de diagramas o modelos, que permiten la confección teórica de los tanques, haciendo más sencilla su comprensión.
- **Analítico-Sintético:** Permite el estudio de los sistemas SCADA en partes separadas y las relaciones entre sus módulos, para así adquirir el conocimiento en concreto de dichos sistema.

Métodos empíricos:

- **Análisis y síntesis bibliográfica:** Permitió buscar toda la bibliografía existente para la elaboración del marco teórico de la investigación.
- **La entrevista:** Permitió entrevistar especialistas que han trabajado con estos sistemas para adquirir el conocimiento cualitativo de los fenómenos en determinados aspectos de la conducta de los sistemas estudiados.

El presente trabajo de investigación está conformado por tres capítulos con los siguientes temas a tratar:

Capítulo 1. Fundamentación teórica: En este capítulo se aborda sobre el estudio y análisis de los lenguajes, metodologías, y herramientas posibles a usar para dar una solución a la problemática planteada, incluye además una descripción del estado del arte.

Capítulo 2. Análisis y Diseño: En este capítulo se describe la propuesta de solución y se especifican los procesos esenciales que influyen en el objeto de estudio, se enumeran los requerimientos funcionales y no funcionales, se crea el modelo del dominio, el diagrama de casos de usos, las tablas de especificación de casos de usos, patrones arquitectónicos y el diagrama de clases.

Capítulo 3. Implementación y Prueba: En este capítulo se aborda sobre la descripción de la implementación del sistema, se realizan los diagramas de despliegue y de componentes, se define el estándar de codificación y se especifican las pruebas a las que fue sometida la aplicación.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

En este capítulo se expone lo relacionado con los procesos de medición de los datos de los depósitos de combustibles líquidos, así como las normas que usa el Instituto Americano del Petróleo para la medición de tanques. Además se realiza un estudio de las herramientas relacionadas con este proceso, metodologías, y lenguaje de programación que serán usadas durante el desarrollo de la solución.

1.1 Proceso de Medición de los Datos de Almacenamiento

1.1.1 Combustibles líquidos

Los combustibles líquidos son aquellos materiales que desprenden energía, o que pueden ser aplicados para generar energía mecánica, o energía cinética. La mayoría de estos combustibles líquidos utilizados en la actualidad se producen a partir del petróleo. El más notable de estos es la gasolina. El petróleo se forma a partir de los restos fosilizados de plantas y animales muertos más la exposición al calor y presión en la corteza de la Tierra (2). Desde el punto de vista industrial, estos son los productos que salen del petróleo bruto o del alquitrán de hulla. Se pueden clasificar según su viscosidad o según su fluidez, si es que provienen del alquitrán de hulla. El crudo de petróleo contiene un gran número de compuestos hidrocarbonados, pero que a su vez, dentro de las clases que pueden presentarse, estos abarcan un amplio espectro de compuestos hidrocarbonados (3).

1.1.2 Inventario de tanques

El inventario de tanques son aquellos datos o propiedades de cada tanque. En el proceso de medición de inventario de los depósitos de combustibles y gases líquidos es clave para gestionar las áreas operacionales dedicadas a esta actividad, como visualizar los datos medidos y los datos de inventario para tanques individuales, así como para grupos de tanques. Esto permite calcular los indicadores de producción y calidad del combustible obtenido que desencadenará las acciones de planificación, comercialización y embarque, entre otras. Cada tanque ofrece una serie de parámetros: presión, densidad, nivel, la temperatura media, volumen total observado (TOV), volumen neto estándar (NSV) etc. (4) véase en la ilustración 1.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

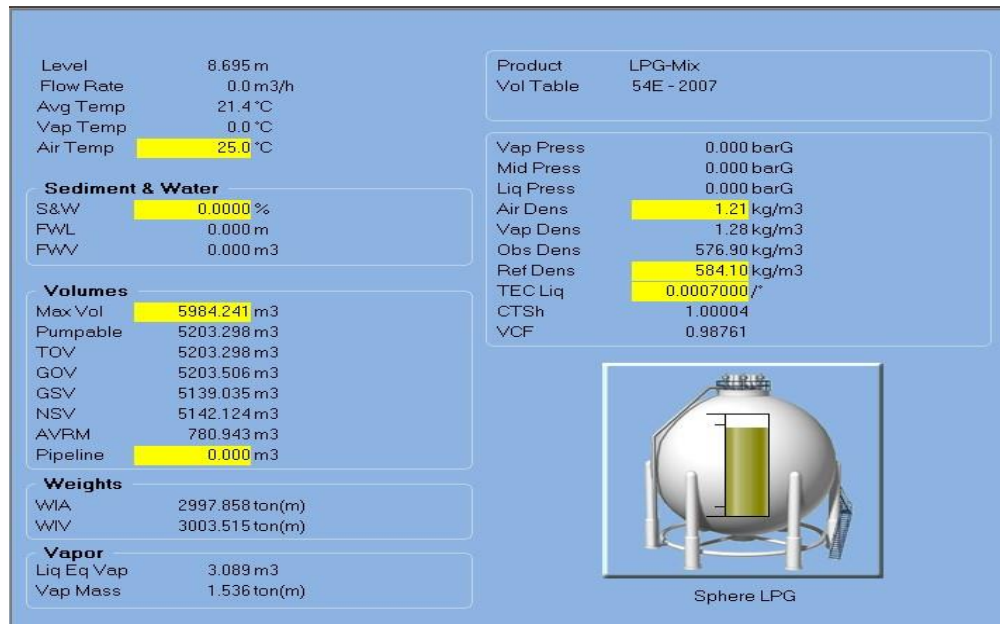


ILUSTRACIÓN 1 INVENTARIO DE UN TANQUE.

1.1.3 Proceso de medición

Medición de tanques es el nombre genérico para la evaluación de la cantidad estática de los productos líquidos en los tanques de almacenamiento. La medición de tanques es importante ya que existe la necesidad de evaluar el contenido del tanque, así como llevar el control de inventario de tanques y la gestión de tanques. Consiste en realizar mediciones al tanque por una de las vías explicadas debajo. Luego de procesar esos datos se obtiene una mayor información del inventario del tanque.

Existen varias técnicas de medición de tanques (5):

- **Calibración manual** (*Manual Gauging*, por sus siglas en inglés).
En la calibración manual se utiliza una cinta de inmersión o varilla graduada.
- **Flotador y medidores de cintas** (*Float and Tape Gauges*, por sus siglas en inglés).
Estos instrumentos utilizan un gran flotador pesado para poder obtener la fuerza motriz necesaria. En principio el flotador se conectaba a un peso equilibrado por un cable, con una escala y un indicador en la cinta que indica el nivel. En las versiones más modernas el flotador está conectado a través de una cinta perforada de acero, a un motor de par de resorte.
- **Medidores Servo** (*Servo gauges*, por sus siglas en inglés).

Capítulo 2: Propuesta y Solución

En esta técnica se sustituye el flotador por un desplazador, que se encuentra suspendido por un cable fuerte y flexible de medición, y en lugar de un motor de resorte, este utiliza medidores de servo que utilizan un servomotor eléctrico para subir y bajar el desplazador. Un sistema de pesaje mide continuamente el peso y la flotabilidad del desplazador y controla el sistema de servo.

- **Medidores de Radar** (*Radar gauges*, por sus siglas en inglés).

El uso de radares es una técnica de medición de tanque de las más modernas. Su utilización está basada en la obtención de indicadores de nivel de radar haciendo uso técnicas de antenas planas y compactas.

- **Medición de Tanques Hidrostático** (*Hydrostatic Tank Gauging*, por sus siglas en inglés).

La medición de tanques hidrostáticos (HTG), es una de las técnicas más antiguas para medir el contenido del tanque. En la industria de procesos, la medición de nivel utilizando transmisores de presión diferencial es muy común. Normalmente este método utiliza transmisores de presión analógica, con una precisión del 1%. Sin embargo, los transmisores de modo analógicas no son adecuados para este propósito, la medición del inventario requiere una precisión mucho mejor. Transmisores de calibrados especialmente inteligentes de presión digitales están disponibles para proporcionar una precisión mucho mejor.

- **Sistema de Medición de Inventario Híbrido** (*Hybrid Inventory Measurement System*, por sus siglas en inglés).

El sistema híbrido de medición de inventario (HIMS), combina las técnicas de medición de nivel más moderna con hidrostático de medición de tanques. Que utiliza un radar avanzado o medidor de nivel Servo para medir el nivel exacto, con un transmisor inteligente de presión (P1) y un instrumento de medición de temperatura. En los tanques no atmosféricos, se requiere un segundo transmisor para la compensación de la presión de vapor.

1.1.4 Selección de la técnica de Medición

En la presente investigación se estará abundando en las mediciones actuales y más modernas. Las más conocidas y abordadas en el presente estudio son: la medición manual, medición servo, medición por radar, medición hidrostáticos, sistema de medición híbrida y sistema de medición de flotador. Se utilizará los sistemas de medición por radar y servo, debido que actualmente no se cuenta con las especificaciones técnicas para realizar los cálculos de otros sistemas de medición.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Los sistemas de medición por servo y radar presentan la misma forma de calcular las mediciones y los valores asociados a un tanque, y están basados en el cálculo de nivel. Véase en la figura 2.

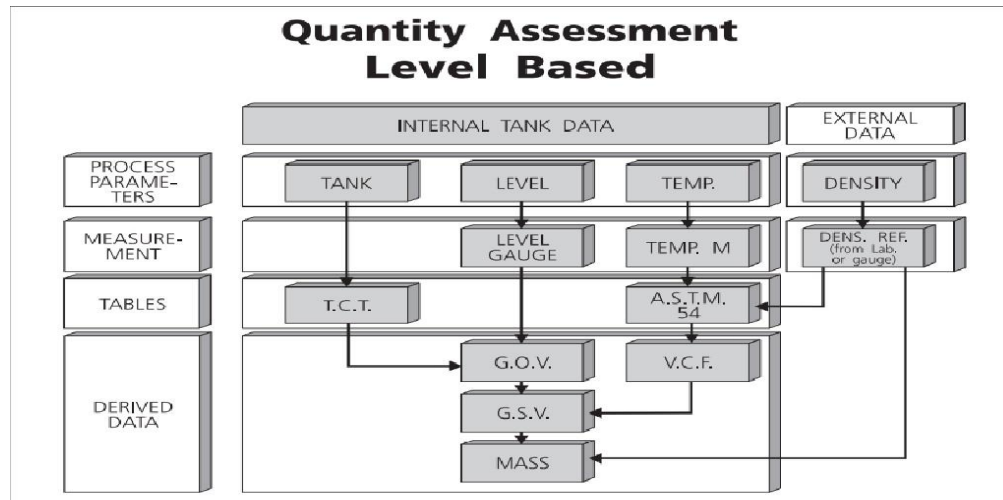


ILUSTRACIÓN 2 TABLA DE CÁLCULO BASADO EN NIVEL.

1.2 Estándares y normas

La organización americana del petróleo API (*American Petroleum Institute*, por sus siglas en inglés) es la principal asociación comercial de los EE.UU. La cuál es la principal en la elaboración de normas en la producción, el refinamiento, la distribución, y muchos otros aspectos de la industria del petróleo y del gas natural. Las normas se elaboran por grupos de trabajo formados por expertos de los proveedores principales, los consultores de la industria, y las empresas operadoras principales. El proceso permite la revisión y la aprobación de la comisión del petróleo que es internacionalmente reconocido por sus tecnologías de medición para el petróleo y los accesorios necesarios para proporcionar un producto seguro, preciso y de medición fiable (6). La API tiene como principal función el estandarizado de la industria del petróleo que incluyen la defensa, negociación con las agencias gubernamentales, asuntos legales, y negociación con organismos reguladores; investigación de efectos económicos, toxicológicos, y ambientales; establecimiento y certificación de los estándares de la industria. (7)

1.2.1 Normas y estándares de medición de tanque

Esta norma describe los procedimientos para medir manualmente el nivel de líquido de petróleo y productos derivados del petróleo en la no-presión de techo fijo, con techo

Capítulo 2: Propuesta y Solución

flotante tanques y recipientes de tanques marinos, los procedimientos de forma manual de medir el nivel de agua libre que se puede encontrar con el petróleo o sus derivados, los métodos utilizados para verificar la longitud de las cintas de vía en condiciones de campo y la influencia de piezas de percusión y la temperatura en la cinta de calibre longitud, y las influencias que pueden afectar a la posición de punto de referencia del volumen (ya sea la placa de referencia o la referencia punto calibre). En esta norma el término de petróleo se utiliza para denotar petróleo y/o productos derivados del petróleo y gases líquidos que normalmente se asocian con la industria del petróleo. El método utilizado para determinar el volumen de determinados contenidos del tanque a partir de las lecturas del indicador no está admitido en esta norma. La determinación de la temperatura, la gravedad API, sedimentos en suspensión y el agua del contenido del tanque no están dentro del alcance de la misma. Sin embargo, los métodos utilizados para estos valores se pueden encontrar en el Manual de API Normas de Medición de Petróleo (MPMS). (8)

Este manual API se encuentra desglosado por las normas que lo componen: (9)

- **Práctica estándar para la medición manual de petróleo y productos petrolíferos.**

Esta norma describe sobre la medición manual del nivel líquido del petróleo y sus derivados con techo fijo, tanque sin presión de techo flotante, y tanques de buques marinos. Además se ven los procedimientos de calibración manual del nivel de agua libre. El cálculo de la temperatura, la densidad, los sedimentos en suspensión y el agua que se encuentra contenido en el tanque no están dentro del objetivo de esta norma.

- **Práctica estándar para la medición de nivel de los hidrocarburos líquidos en tanques estacionarios mediante la medición automática de tanques.**

Cubre todo lo referente a la medición de nivel de hidrocarburos líquidos en tanques estacionarios, sobre el suelo, utilizando medidores de tanques automáticos (ATG por sus siglas en inglés). En esta norma se analiza la calibración de ATG para la transferencia de la custodia y el control de inventarios.

- **Práctica estándar para la medición del petróleo y productos derivados del petróleo en el tanque de autos.**

Capítulo 2: Propuesta y Solución

En esta norma se proporcionan los métodos para la medición de líquidos y gases licuados, mediante la medición de nivel de líquidos. También se describe la utilización de equipos de medición de temperatura tanto en sistemas de medición abiertos como cerrados.

- **Práctica estándar para la medición de nivel de hidrocarburos líquidos en tanques de almacenamiento estacionarios a presión mediante la medición automática de tanques.**

En este punto de las normas se da una orientación sobre la instalación, calibración y verificación de los ATG que se utilizan en la transferencia de custodia para medir el nivel de hidrocarburos líquidos que tengan una presión de vapor mayor a 15 psi (103 kPa). Además brinda ordenación sobre los requisitos para la recogida de datos, la transmisión y de la recepción.

- **Práctica estándar para la medición de nivel de hidrocarburos líquidos en buques de navegación marítima mediante medición automática de tanque.**

Proporciona orientación sobre la selección, instalación, calibración y verificación de ATG para la medición de nivel de hidrocarburos líquidos que tengan una presión de vapores menores a 15 psi (103 kPa), introducidos a bordo de buques de navegación marítima. Esta norma también brinda orientación sobre los requisitos para la recogida de datos, la transmisión y de recepción.

- **Práctica estándar para medición de nivel de luz de hidrocarburos líquidos a bordo de los buques marinos mediante medición automática de tanque.**

Cubre el conocimiento estándar para la medición de nivel de líquidos de hidrocarburos ligeros en buques de la marina. Esta norma se refiere a los líquidos de hidrocarburos ligeros a presión y refrigerados. Los hidrocarburos líquidos ligeros cubiertos incluyen lo siguiente: gas licuado de petróleo (GLP por sus siglas en inglés), gas natural líquido (NGL por sus siglas en inglés), y otros líquidos petroquímicos. Esta norma también cubre los requisitos para la recogida de datos, la transmisión y de recepción.

- **Medición de hidrocarburos líquidos mediante sistema de medición híbrida de tanque.**

La norma actual trata sobre la selección, instalación, puesta en marcha, calibración y verificación de los sistemas de medición de tanque híbridos para la medición de nivel, la masa estática observada, el volumen estándar observado,

Capítulo 2: Propuesta y Solución

la densidad de referencia en los tanques de almacenamiento de petróleo y sus derivados para la transferencia de custodia y/o control de inventario (9).

1.2.2 Variables y algoritmos del sistema

El sistema depende de valores adquiridos por los diferentes sensores y transmisores de presión hidrostática, con una incertidumbre de medición y de la tabla de capacidad del tanque (TCT), los cuales miden el nivel de líquidos del tanque y el cálculo del volumen (5).

Los valores de entrada de un tanque son:

- **nombre del tanque:** Corresponde con el nombre del tanque.
- **nivel:** Corresponde con el nivel del tanque.
- **temperatura:** Corresponde con la temperatura del tanque.
- **presión:** Corresponde con la presión del tanque.
- **diámetro:** Corresponde con el diámetro de la base del tanque.
- **altura:** Corresponde con la altura del tanque.
- **densidad:** Corresponde con la densidad de los combustibles líquidos.
- **nivel de agua libre (FWL):** Corresponde al nivel de agua libre en el tanque.
- **porcentaje de sedimentos (S&W):** Corresponde al porcentaje de sedimentos y agua en el producto.
- **Factor de conversión del peso (WCF):** Corresponde a la densidad de referencia su valor es constante 0.899 kg/m³.
- **densidad del aire:** Corresponde a la densidad del aire su valor es constante 1.21 kg/m³.
- **densidad de vapor:** Corresponde al cálculo de la densidad observada su valor es constante de 1.21 kg/m³.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

- **densidad de referencia:** Corresponde a la densidad de referencia pasada por parámetro.

Valores calculados a partir de las variables de entrada:

- **Factor de corrección del volumen (VCF):** Sirve para convertir el volumen a la temperatura actual en el volumen correspondiente a la temperatura de referencia estándar de 15 °C. Se calcula automáticamente de acuerdo con la norma API 2540 conociendo la Densidad de referencia y la Temperatura media del producto.
- **Volumen total observado (TOV):** Se calcula a partir de tablas de calibración, se trata del volumen total a la temperatura observada del producto.
- **Volumen bruto observado (GOV):** Se obtiene restando el Volumen de agua libre (FWV), del TOV.
- **Volumen bruto estándar (GSV):** Se trata del GOV corregido para la temperatura de referencia 15 °C (VCF).
- **Volumen neto estándar (NSV):** Es equivalente al Volumen bruto estándar menos el agua y los sedimentos disueltos.
- **Volumen de agua libre (FWV):** Es calculado en función del nivel de agua libre y de la Tabla de capacidad del tanque (TCT por sus siglas en inglés).
- **Espacio disponible (AVRM):** Se calcula restando el TOV del Volumen máximo del tanque.
- **Masa total (WIV):** Se trata del Volumen neto estándar multiplicado por la Densidad de referencia.
- **Masa en el Aire (WIA):** Se trata del Volumen neto estándar multiplicado por el Factor de conversión del peso.
- **EqLíqu:** Se trata del volumen del líquido correspondiente de la Masa del vapor y se agrega al NSV.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Fórmulas para el cálculo de la capacidad del tanque (TCT)

Existen varias formas de calcular la tabla de capacidad de un tanque, en esta investigación se estará haciendo énfasis en tres de los métodos más usados internacionalmente.

- **Sistema Nórdico:** Este sistema de cálculo se basa en el hecho de que, dentro del intervalo, existe una relación aproximadamente lineal entre nivel y volumen, según se ilustra a continuación. El Volumen base corresponde al volumen a Nivel = 0, dado por la extrapolación de la relación lineal nivel – volumen. El Coeficiente de área del tanque describe la variación del volumen con el nivel dentro del intervalo en función de este volumen base.

$$V_D = V_0 + \text{Área} * \text{Nivel}$$

- **Sistema Bruto:** Cuando se utilice este método, debe introducir los valores correspondientes de nivel y volumen. Véase en la tabla siguiente.

Nivel	Volumen
2	4000
4	8000
6	12000

Tabla 1 Sistema Bruto

- **Sistema Internacional:** En este método el volumen base es el volumen al principio del intervalo. El Coeficiente de área del tanque describe la variación del volumen con el nivel dentro del intervalo. Dónde la variable **lo** es el nivel inicial.

$$V_D = V_0 + \text{Área} * (\text{nivel} - l_0).$$

Cálculo del Factor de Corrección (VCF): Este consiste en una tabla de corrección de temperatura a 15°C, 60 °F para los diferentes tipos de combustibles líquidos.

$$VCF = EXP[-\alpha_{60} \Delta t (1 + 0.8 \alpha_{60} \Delta t)]$$

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Donde la variación de la temperatura es: $\Delta T = T_F - 15^\circ$.

$$\alpha = K_0 + K_1 * \rho^{15^\circ} / (\rho^{15^\circ})^2.$$

Donde k_0 , k_1 son constantes de los combustibles en dependencia del tipo de producto derivado del petróleo.

Tipos de Productos: Este consiste en el tipo de producto a medir Crude Oil, Oil Producto estos se diferencia en crudo fino o crudo pesado derivados del petróleo.

- **Crude Oil:** Gas licuado del petróleo, naftas, gasolinas, queroseno, turbo-combustible y diésel.
- **Oil producto:** Crudos, fuel-oil y asfaltos.

1.3 Sistemas SCADA

En el amplio campo de la informática tiene lugar la automatización de procesos industriales, la misma se basa en el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos. La automatización y supervisión de procesos industriales nace de la necesidad entre otras, de recolectar, almacenar y visualizar la información, además de las limitaciones de la visualización de los sistemas de adquisición y control; de manera que surgen sistemas que permiten supervisar y controlar variables de proceso a distancia, denominados SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*, por sus siglas en inglés) (10).

El Centro de Informática Industrial (CEDIN), desde su fundación ha tenido como su principal objetivo la automatización de procesos industriales para monitorear y controlar los procesos tanto en la industria petrolera, como en sistemas eléctricos e hidráulicos, dando como fruto el desarrollo de un sistema SCADA. El SCADA-GALBA desarrollado por el CEDIN en convenio con la empresa venezolana PDVSA, tiene como uno de sus principales objetivos ser el guardián en el proceso de control y supervisión de la producción petrolera. Esto hace que la especialización en el almacenamiento de combustibles y gases líquidos sea clave para gestionar las áreas operacionales dedicadas a esta actividad, esto permitiría calificar los indicadores de producción y de calidad de los combustibles y gases líquidos.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

1.3.1 Módulos del sistema SCADA-GALBA

El SCADA-GALBA está compuesto de diferentes módulos, hay sistemas que no tienen la misma arquitectura, ni diseño, por lo que no todos son iguales, pero si comparten los principales módulos que se describen a continuación. Véase en la ilustración 3.

Los módulos del sistema SCADA-GALBA son Adquisición, Base Datos Históricas, Seguridad, Configuración, Comunicaciones, Human Machine -Interface (HMI, por sus siglas en inglés).

El módulo de **Adquisición** es el nivel más bajo dentro del sistema SCADA-GALBA. Es el encargado de recolectar y recibir las señales y las variables de los sensores y dispositivos de campo.

El módulo de **Base Datos Históricas (BDH)** es el encargado de almacenar datos por largo período de tiempo, de forma continua y fiable.

El módulo de **Seguridad** es el encargado de la integridad del sistema en la gestión de usuarios y operadores.

El módulo de **Configuración** es el encargado de almacenar las configuraciones de los módulos a través de bibliotecas, esto permite crear, modificar y eliminar las configuraciones del sistema.

El módulo de **Comunicaciones** es el encargado de la comunicación entre los diferentes módulos que forman parte del sistema y comunica todos los componentes del sistema.

El módulo **HMI** es el encargado de proporcionar al operador las funciones de control y supervisión sobre la planta, permitiéndole de esta forma un contacto directo con el sistema. Representa los procesos que ocurren en el campo en tiempo real, los componentes implicados, los sensores, las estaciones remotas, y el sistema de comunicación, dándole al operador control total. Estos procesos son representados mediante gráficos sinópticos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado e importados desde otra aplicación durante la configuración del paquete (19). Sin embargo dentro de sus funciones se podría incorporar un componente para mejorar su funcionamiento en cuanto a la medición y visualización del combustible dentro de los tanques para lograr un inventario real.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

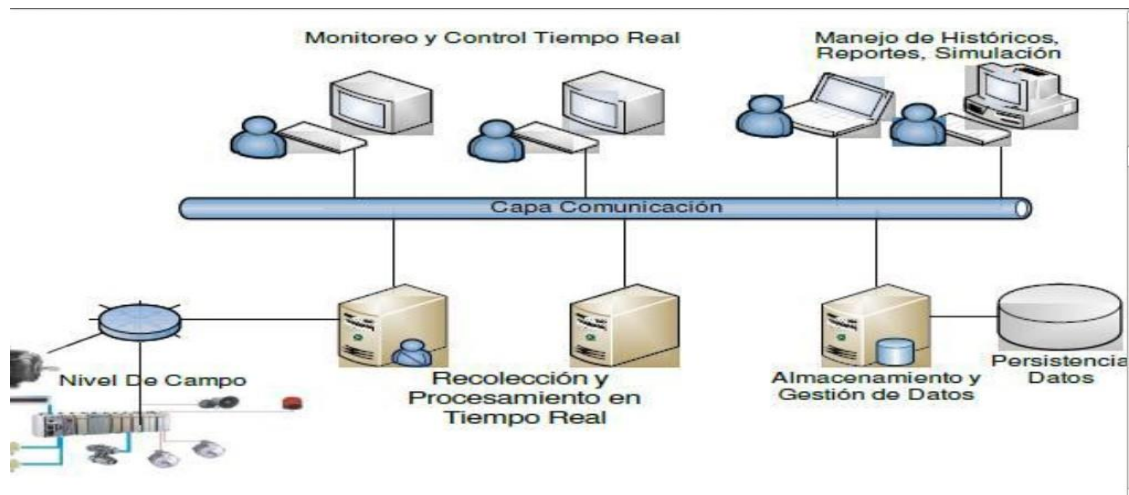


ILUSTRACIÓN 3 SISTEMAS SCADA-GALBA.

1.4 Herramientas de Medición

Las herramientas de medición de tanques en las refinerías o en depósitos de combustibles es una gama de tecnologías que hoy están disponibles. Estas generalmente son más complementaria que excluyente porque se pueden emplear distintas tecnologías, en distintos tipos de tanques según sean sus características y requerimientos de servicio siempre que sus señales sean compatibles.

1.4.1 Herramienta TankMaster

TankMaster es un paquete de software de gestión del inventario para la instalación y configuración de los equipos de medición de nivel. El paquete de programas TankMaster le ofrece herramientas potentes y fáciles de usar para la instalación y configuración de dispositivos de medición de nivel. Permite instalar fácilmente dispositivos como transmisores de medida de nivel, unidades de adquisición de datos y unidades de comunicación de campo. Puede cambiar fácilmente la configuración de los protocolos, dispositivos y tanques en cualquier momento. TankMaster permite utilizar el protocolo Saab TRL/2 Modbus y puede conectarse mediante interfaces como RS232 y RS485. También se admiten otros protocolos, como Enraf GPU. *TankMaster* ha sido diseñado para entornos de redes Windows XP y está basado en el estándar abierto OPC, que le permite importar datos a otros sistemas como DCS, PLC sistemas SCADA y programas de Microsoft Office. La interfaz gráfica le permite ver claramente los dispositivos y tanques instalados. Para cada tanque se puede ver fácilmente los transmisores y unidades de adquisición de datos asociados. Los datos medidos se

Capítulo 2: Propuesta y Solución

presentan en tiempo real y es posible personalizar la visualización de los datos de los tanques en función de sus necesidades (16).

1.4.2 Herramienta Tank Visión

TankVision es una herramienta que permite el monitoreo del volumen real de líquido en un tanque. Esta herramienta utiliza sensores de presión para detectar la cantidad de líquido en el tanque y se puede calibrar para mostrar con precisión el volumen en tanques de todas las formas y tamaños. Como la cantidad de líquido cambia, la presión que ejerce sobre el sensor cambia proporcionalmente. La presión de cambio se utiliza para calcular el volumen exacto de líquido en el tanque. El módulo también proporciona una salida para las pantallas en taxi miniatura, conductores de luz a distancia, y un zumbador de advertencia de bajo nivel. El indicador TANKVISION es un diseño único formado por un objetivo extenso de vista ampliación nueve LED's súper brillantes montados detrás de él. Esto permite que la pantalla sea visible y se pueda leer claramente desde todos los ángulos de vista hasta 180 grados, en la ventilación de los tanques se aplica una espuma de presión al vacío, esta se suministra un concentrado de espuma en los tanques de almacenamiento, estos deben permanecer cerrados a la presión atmosférica (17).

1.4.3 Herramienta Tank Gauging

El sistema de medición de tanque TankGauging es desarrollado por la transnacional Rosemount. Este sistema SCADA concentra su actividad en la gestión de tanque de almacenamiento de combustibles y gases líquidos. Está basado en los indicadores fiables y libres de mantenimiento de nivel por radar. El sistema puede ser diseñado para SIL 3 de seguridad. Rosemount cuenta con una red existente, DCS o sistema informático central, cuenta con posibilidades de emular con otros proveedores de dispositivos de nivel, independientemente de la tecnología de medición, para lograr una actualización del sistema más fácil. El sistema de medición de tanques Rosemount puede basarse en la norma IEC 62591 (*WirelessHART*), que tradicionalmente es cableada, o la integración de ambos tipos de diseño de sistemas. Cada empresa que opera una planta de licuado de petróleo a granel, tales como un patio de tanques, terminal, refinería de combustible y aeropuerto tiene sus propios requisitos de negocio para medir el contenido de un tanque (18).

Capítulo 2: Propuesta y Solución

1.5 Selección de la herramienta

Se seleccionó la herramienta TankMaster, esta herramienta es una de las más precursoras en el mundo en el control y supervisión de las mediciones de los depósitos de combustibles líquidos, desarrolla por la compañía transnacional EMERSON. Esta se usa en la empresa venezolana PDVSA para el control y la supervisión de los procesos de mediciones en el almacenamiento de combustibles líquidos. Esta herramienta sirvió como referente en la actual investigación para realizarle un proceso de ingeniería inversa para capturar las principales funcionalidades.

- Datos de medición de tanques en tiempo real.
- Cálculos del inventario en tiempo real basados en las normas API e ISO.
- Medición híbrida de tanques.
- Comprobación de datos históricos.

Sin embargo no se considera una solución factible, debido a que constituye software propietario puesto que se recomienda usar sistema operativo *Windows*. Por lo que esta herramienta no se ajusta a la actual plataforma tecnológica de la empresa PDVSA, ya que es propietaria y no ha recibido soporte ni actualización requeridas.

1.6 Herramientas, lenguajes y metodologías

A continuación se mostrarán las herramientas, metodologías y lenguajes que se usarán para el desarrollo de la aplicación.

1.6.1 Framework de QT

La herramienta Qt es un *framework* para el desarrollo de aplicaciones multiplataforma. Una de sus funciones más conocidas es la de la creación de interfaces gráficas de usuario, sin embargo no se limita a esto, ya que también provee clases para facilitar otras tareas de programación como el manejo de sockets, soporte para programación multihilo, comunicación con bases de datos, así como el uso de XML, manejo de cadenas de caracteres, entre sus principales características es el uso de signals y slots así simplificando el manejo de eventos, acceder a las propiedades e invocar métodos en QObjects en otros procesos (11). Por las características mencionadas será el que se utilizará en el trabajo, porque se encuentra establecido en el proyecto.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

1.6.2 Lenguaje de programación C++

Es un lenguaje imperativo orientado a objetos derivado del C, es flexible y eficaz en comparación con el resto de los lenguajes POO. Está ligado a hardware subyacente, característica que mantiene de su ancestro C, al que se han añadido nuevos tipos de datos, clases, plantillas, mecanismo de excepciones, sistema de espacios de nombres, funciones inline, sobrecarga de operadores, referencias, operadores para manejo de memoria persistente, y algunas utilidades adicionales de librería.(12). Por las características mencionadas será el que se utilizará en el trabajo, porque se encuentra establecido en el proyecto.

1.6.3 Lenguaje de modelado UML

El lenguaje de modelado utilizado fue el UML (Lenguaje de Modelado Unificado, por sus siglas en inglés), el cual es un lenguaje gráfico que permite visualizar, especificar, construir y documentar un sistema. Es utilizado para especificar y describir métodos o procesos. Además, 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. (13)

1.6.4 Herramienta de modelado

Para el modelado de la solución se escogió como herramienta CASE (*Computer Aided Software Engineering* o Ingeniería de Software Asistida por Ordenador) el software *Visual Paradigm*, herramienta UML profesional que soporta el ciclo de vida completo de desarrollo de software: análisis y diseño orientados a objetos, construcción, pruebas y despliegue. Es un software multiplataforma que permite representar diagramas de clases, generar código desde diagramas y generar documentación. También proporciona abundantes tutoriales de UML, demostraciones interactivas de UML y proyectos UML (14).

En este trabajo el uso de esta herramienta fue de gran uso. Esta tiene una gran disponibilidad en múltiples plataformas (Windows, Linux), presenta un diseño centrado en casos de uso, enfocado al negocio y usa un lenguaje estándar UML.

1.6.5 Metodologías de desarrollo de software

Un proceso de software detallado y completo suele denominarse "Metodología". Las metodologías se basan en una combinación de los modelos de proceso genéricos (cascada, evolutivo, incremental, espiral entre otros). Adicionalmente una metodología

Capítulo 2: Propuesta y Solución

debería definir con precisión los artefactos, roles y actividades involucrados, junto con prácticas y técnicas recomendadas, guías de adaptación de la metodología al proyecto, guías para uso de herramientas de apoyo, entre otras. Habitualmente se utiliza el término “método” para referirse a técnicas, notaciones y guías asociadas, que son aplicables a una (o algunas) actividades del proceso de desarrollo, por ejemplo, suele hablarse de métodos de análisis y/o diseño (15).

1.6.5.1 Metodología AUP

Esta metodología de desarrollo de software desarrollado en la Universidad de las Ciencias Informáticas para los proyectos de los centros productivos. Lo cual marca una tendencia hacia el uso de una misma metodología en toda la UCI, para el desarrollo de software y servicios. El Proceso Unificado Ágil (AUP), esta es una versión simplificada del Proceso Unificado Relacional (RUP), describe de manera simple y fácil de entender la forma de desarrollar aplicaciones de software de negocio usando técnicas ágiles y conceptos que aún se mantienen válidos en RUP. El AUP aplica técnicas ágiles incluyendo:

- Desarrollo Dirigido por Pruebas TDD (*Test Driven Development*, por sus siglas en inglés)
- Modelado ágil
- Gestión de Cambios ágil
- Refactorización de Base de Datos para mejorar la productividad (20).

1.6.5.2 Fases AUP-UCI.

Estas fases describen de manera simple y fácil de entender la forma de desarrollar aplicaciones de software. En AUP-UCI_Dev 1.1 se establecen tres fases que transcurren de manera consecutiva.

1. Inicio: El objetivo de esta fase es obtener una comprensión común cliente-equipo de desarrollo del alcance del nuevo sistema y definir una o varias arquitecturas candidatas para el mismo.

2. Ejecución: En esta fase se ejecutan las actividades requeridas para desarrollar el software, incluyendo el ajuste de los planes del proyecto considerando los requisitos y la

Capítulo 2: Propuesta y Solución

arquitectura. Esta variante UCI fusiona las fases de elaboración, construcción y transición dando lugar a una nueva fase denominada ejecución.

- **Elaboración:** El objetivo es que el equipo de desarrollo profundice en la comprensión de los requisitos del sistema y en validar la arquitectura,
- **Construcción:** El objetivo es que el sistema sea desarrollado y completamente probado en el ambiente de desarrollo.
- **Transición:** El objetivo es que el sistema sea llevado a los entornos de preproducción donde se somete a pruebas de validación y aceptación y finalmente se despliega en los sistemas de producción.

3. Cierre: En esta fase se analizan tanto los resultados del proyecto como su ejecución y se realizan las actividades formales de cierre del proyecto.

Una vez analizadas las metodologías existentes y teniendo en consideración que por política de migración de la universidad en los proyectos, se decidió utilizar la metodología AUP-UCI_Dev 1.1.

Conclusiones parciales

Como resultado de la revisión de la documentación relacionada con los diferentes sistemas de medición de tanques, se definieron características específicas que deberán estar presentes en el diseño de la solución propuesta. Se hizo mención de diferentes estándares y técnicas de medición utilizadas en el sector industrial, de las cuales el sistema de medición por radar y el sistema de medición servo serán utilizados en la aplicación. Además se definieron las herramientas y metodologías de desarrollo a ser utilizadas en la implementación del componente gráfico.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Capítulo 2: Propuesta y Solución

En el presente capítulo se describe la propuesta de solución y se especifican los procesos esenciales que influyen en el objeto de estudio. Para comprender mejor el funcionamiento del sistema, se enumeran los requerimientos funcionales y no funcionales, que son las características y cualidades que el sistema debe cumplir. Se expondrá además el proceso seguido para la construcción del software, haciendo énfasis en sus características principales y la vía de dar cumplimiento a las funcionalidades identificadas.

2.1 Propuesta de solución

Actualmente el proceso de control de un tanque en el SCADA-GALBA requiere de 4 medidores verticales para cada una de las variables de entrada, además de un sumario para mostrar los cálculos asociados, teniendo el mantenedor que repetir el proceso de configurar los componentes mencionados para cada uno de los tanques que se desee controlar en el despliegue.

Para dar solución al objetivo general de la investigación se propone como solución un componente tanque que agrupe las variables de entrada mencionadas anteriormente, y permita seleccionar el tipo de técnica de medición (Servo o Radar), las tablas ASTM para el cálculo del factor de corrección del volumen y la fórmula para el cálculo de la capacidad de tanque; parámetros fundamentales para realizar la tarea de control y supervisión. De este componente se derivarán tres tipos de tanque: Tanque Esfera, Tanque Vertical y Tanque Horizontal; comunes en el sector petrolero, que contendrán los cálculos asociados específicos de cada uno.

El Tanque Esfera es generalmente utilizado en el almacenamiento de gases que ejercen una gran presión como el butano y el propano. Por otra parte, el Tanque Horizontal se utiliza para el almacenamiento de gasolinas, nafta y otros combustibles finos. Finalmente, el Tanque Vertical está destinado a contener combustibles más pesados como el diesel y otros.

2.2 Modelo del Dominio

El modelo de dominio es una representación visual, la cual se hace con el objetivo de describir y comprender las clases más importantes dentro del contexto del sistema, para

Capítulo 2: Propuesta y Solución

la comprensión de los requisitos funcionales y no funcionales de dicho sistema (21), véase en la ilustración 4.

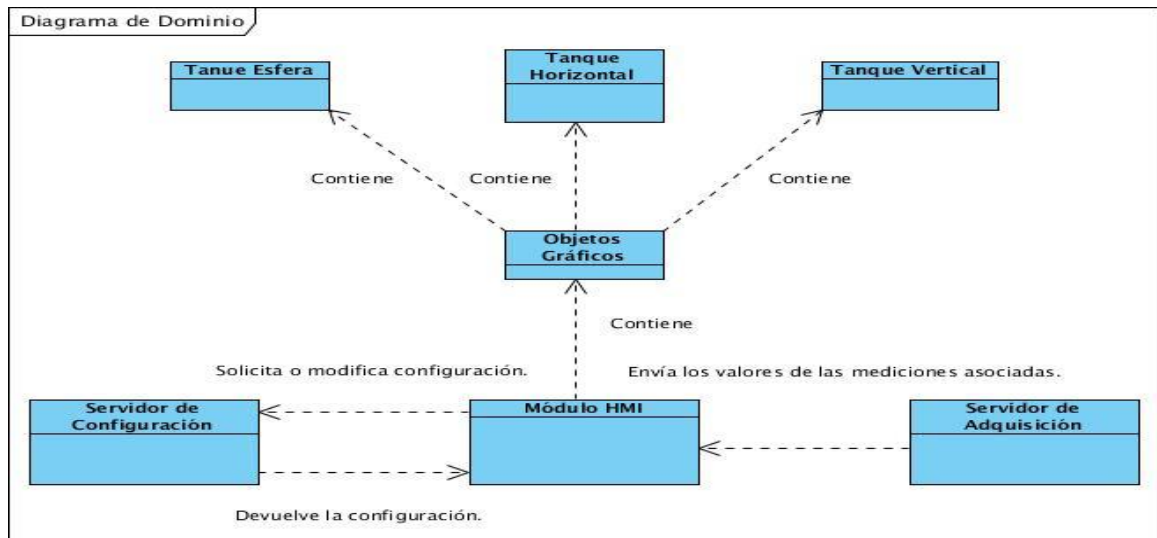


ILUSTRACIÓN 4 MODELO DE DOMINIO

2.2.1 Descripción del Modelo de Dominio

Se describen el flujo del sistema a través de los diferentes módulos y principales clases del dominio. El módulo de HMI es el eje principal al cual están relacionados los módulos de adquisición y configuración más sus componentes visuales.

- **Tanque Esfera:** Es el componente tanque de tipo esfera.
- **Tanque Horizontal:** Es el componente tanque de tipo horizontal.
- **Tanque Vertical:** Es el componente tanque de tipo vertical.
- **Módulo HMI:** Es el encargado de solicitar o modificar la configuración en el módulo de configuración y de capturar los valores de las mediciones para poder visualizarlos.
- **Servidor de Configuración:** Es el módulo encargado de tener las configuraciones del sistema.
- **Servidor de Adquisición:** Es módulo encargado de enviar las mediciones al módulo de HMI para que este los pueda representar gráficamente.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

- **Objetos Gráficos:** Es donde se encuentran todos los objetos gráficos del módulo HMI.

2.3 Captura de Requisitos

Un requisito es una “condición o capacidad que necesita el usuario para resolver un problema o conseguir un objetivo determinado”. También se aplica a las condiciones que debe cumplir o poseer un sistema o uno de sus componentes para satisfacer un contrato, una norma o una especificación. (22)

2.3.1 Requisitos Funcionales

Los requisitos del sistema es uno de los elementos más importantes en el desarrollo de software, es así que un mal levantamiento de los mismos podría estropear meses de trabajo (22).

RF 1: Activar el componente tanque en el despliegue.

- El sistema debe permitir arrastrar el componente hacia el despliegue
- El sistema debe permitir eliminar el componente tanque en el despliegue.
- El sistema debe permitir modificar el tamaño del tanque.

RF 2: Configurar las propiedades del componente.

- El sistema debe permitir que se agregue una variable que corresponda al nombre del componente.
- El sistema debe permitir que se agregue un punto que corresponda con el nivel del tanque.
- El sistema debe permitir que se agregue una variable que corresponda el diámetro.
- El sistema debe permitir que se agregue una variable que corresponda con la altura.
- El sistema debe permitir que se agregue la tabla de capacidad (TCT) del tanque según el sistema de medición de cada depósito de combustibles.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

- El sistema debe permitir que se agregue un punto que corresponda a la temperatura.
- El sistema debe permitir que se agregue un punto que corresponda a la presión.
- El sistema debe permitir que se agregue un punto que corresponda a la densidad.
- El sistema debe permitir que se escoja el tipo de tabla ASTM 53(A, B)/54(A, B, C).
- El sistema debe permitir que se agregue una variable que corresponda con el porcentaje de sedimento en el agua.
- El sistema debe permitir que se agregue una variable que corresponda con el factor de corrección del peso.
- El sistema debe permitir que se agregue una variable que corresponda el factor de agua libre.
- El sistema debe permitir que se escoja el tipo de producto.

RF 3: Mostrar variables calculadas.

- El sistema debe permitir mostrar el volumen bruto observado (GOV).
- El sistema debe permitir mostrar el volumen bruto estándar (GSV).
- El sistema debe permitir mostrar el volumen total observado (TOV).
- El sistema debe permitir mostrar el Volumen neto estándar (WIV).
- El sistema debe permitir mostrar el Volumen neto estándar (WIA).
- El sistema debe permitir mostrar el volumen neto estándar (NSV).
- El sistema debe permitir mostrar el Nivel.
- El sistema debe permitir mostrar el Temperatura.
- El sistema debe permitir mostrar el Densidad.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

- El sistema debe permitir mostrar el Presión.
- El sistema debe permitir mostrar el Densidad de referencia.
- El sistema debe permitir mostrar el Densidad de vapor.
- El sistema debe permitir mostrar el Densidad del Aire.
- El sistema debe permitir mostrar el tipo de producto.

RF 4: Visualizar el componente en el Runtime.

- El sistema debe permitir mostrar el componente gráfico en el Runtime.
- El sistema debe mostrar todas las propiedades del tanque.

2.3.2 Requisitos no Funcionales

Los requisitos no funcionales no son más que restricciones que afectan las funciones del sistema, que pueden ser restricciones de estándares, interfaz, usabilidad, entre otros (22).

Software:

- El sistema debe mostrarse en forma de aplicación de escritorio.
- El Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) será QtCreator.
- La herramienta utilizada para la modelación será Visual Paradigm.

Usabilidad:

- El uso de la aplicación deberá requerir conocimientos de computación y amplio conocimiento del negocio.
- El sistema debe contar con menús que agrupen las funcionalidades que están relacionadas.

Apariencia o interfaz:

- Diseño sencillo, permitiendo la utilización del sistema sin mucho entrenamiento.
- El producto final debe tener una interfaz fácil de usar y amigable.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Portabilidad:

- El sistema operativo será GNU/Linux Debian y con la distribución Wheezy.

Soporte:

- Utilizar una metodología de desarrollo ágil que permita sacar versiones de manera regular, la variante UCI de AUP.

Hardware:

- La PC de trabajo debe tener como mínimo 1 GB de RAM y 40 GB de disco duro.

2.4 Descripción de los actores

Los actores del sistema son abstracciones de las entidades externas a este, que interactúan directamente con el sistema. Una de las bases fundamentales que se debe tener en cuenta cuando se comienza el desarrollo de un sistema informático es quién será el usuario final. Este actor es quien se relaciona, interactúa e intercambia información con el sistema y obtiene resultados de los procesos desarrollados en la aplicación. Véase en la Tabla 2.

Actor	Descripción
Mantenedor	Puede ser un operario de la planta o cualquier otro que sea especialista autorizado a operar el sistema.

Tabla 2. Actores del sistema.

2.4.1 Casos de Uso del Sistema

A continuación se muestra el diagrama de casos de uso del sistema (ver figura 5) donde está representado como el actor interactúa con el sistema, mediante los casos de usos y con su correspondiente descripción textual de cada uno de ellos.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

2.4.1.1 Diagrama de Caso de Uso del Sistema

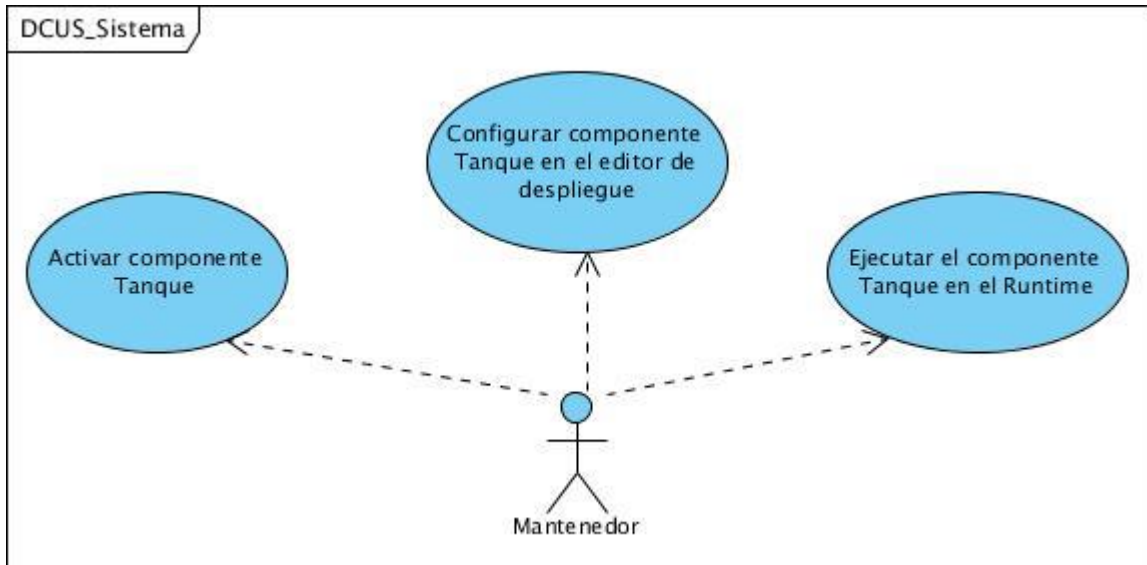


ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE CASO DE USO DEL SISTEMA

2.4.2 Descripción textual de Casos de Uso del Sistema

La descripción de los restantes casos de uso se encuentra en el **Anexo 1**

Tabla 1: Descripción de CUS Gestionar Componente Tanque.

Objetivo	Este caso de uso se lleva a cabo con el objetivo de llevar el componente al editor del SCADA-GALBA.	
Actores	Mantenedor.	
Resumen	Este caso se inicializa cuando se arrastra el componente hacia el editor del SCADA-GALBA.	
Complejidad	Alta	
Prioridad	Alta	
Precondiciones	Se debe estar ejecutando el editor del SCADA-GALBA.	
Postcondiciones	No aplica.	
Flujo de eventos "Activar componente tanque"		
Flujo básico <Activar componente tanque>		
	Actor	Sistema
1.	1. El caso de uso se inicializa cuando el mantenedor selecciona el tipo de tanque a utilizar en el despliegue. (Interfaz 1)	2. Debe mostrar en la paleta de componentes los diferentes tipos de tanques.
2.	3. El caso de uso termina cuando el	

Capítulo 2: Propuesta y Solución

	mantenedor selecciona el componente.		
Sección 1: "Adicionar componente al despliegue"			
Flujo básico < Activar componente tanque>			
	Actor		Sistema
1.	1. El caso de uso se inicializa cuando el mantenedor arrastra el componente hacia el editor de despliegue del SCADA-GALBA.		2. Debe permitir que el componente se muestre en el editor.
2.	3. El caso de uso termina cuando el mantenedor se empiece a configurar los parámetros del componente (Interfaz 2).		
Sección 2: "Modificar el componente en el despliegue"			
Flujo básico < Activar componente tanque>			
	Actor		Sistema
1.	1. El caso de uso se inicializa cuando el mantenedor tiene en el despliegue el componente tanque.		2. Debe permitir cambiar el tamaño del componente tanque.
2.	3. El caso de uso termina cuando el mantenedor se empiece a configurar los parámetros del componente.		
Sección 3: "Eliminar el componente en el despliegue"			
Flujo básico < Activar componente tanque>			
	Actor		Sistema
1.	1. El caso de uso se inicializa cuando el mantenedor tiene en el despliegue el componente tanque.		2. El sistema debe permitir eliminar el componente tanque.
2.	3. El caso de uso termina cuando no haya ningún tanque en el despliegue (Interfaz 3).		
Relaciones		CU incluidos	No aplica
		CU extendidos	No aplica
Requisitos no funcionales		No aplica	

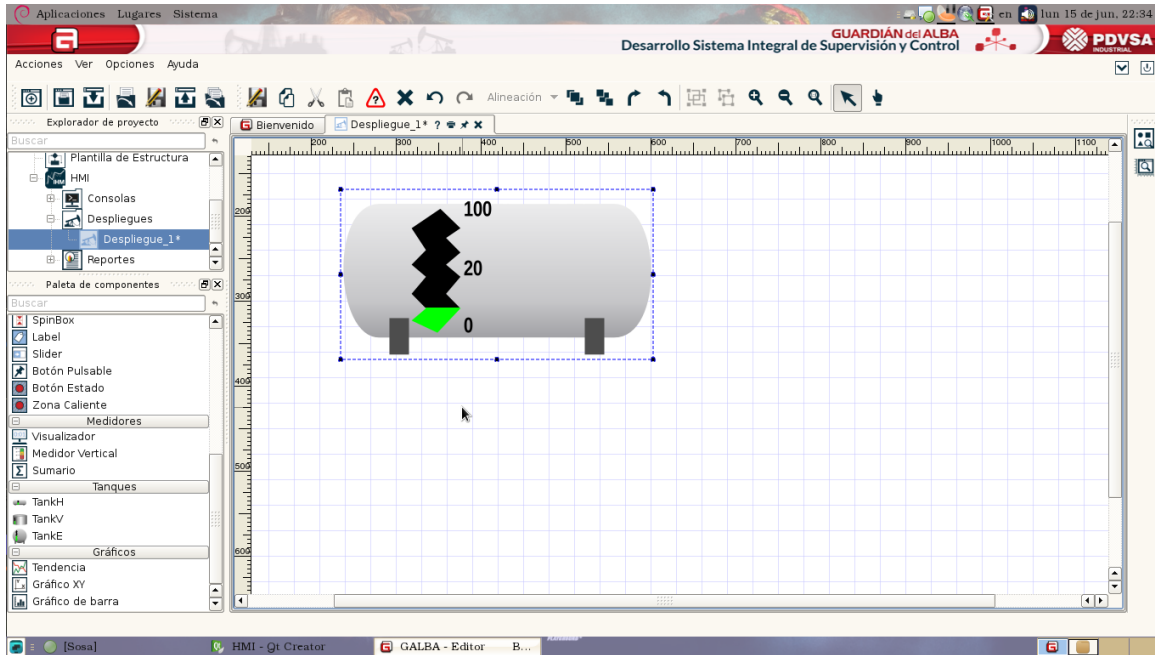
Capítulo 2: Propuesta y Solución

Asuntos pendientes

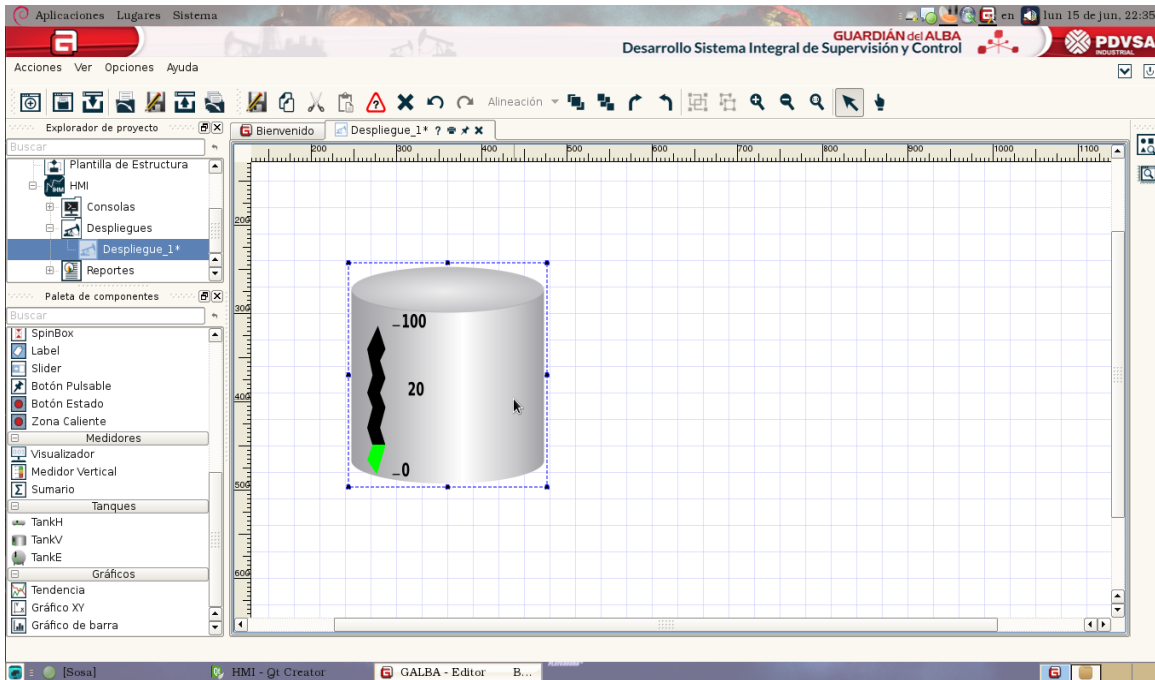
No aplica

Prototipo elemental de interfaz gráfica de usuario

Interfaz 1

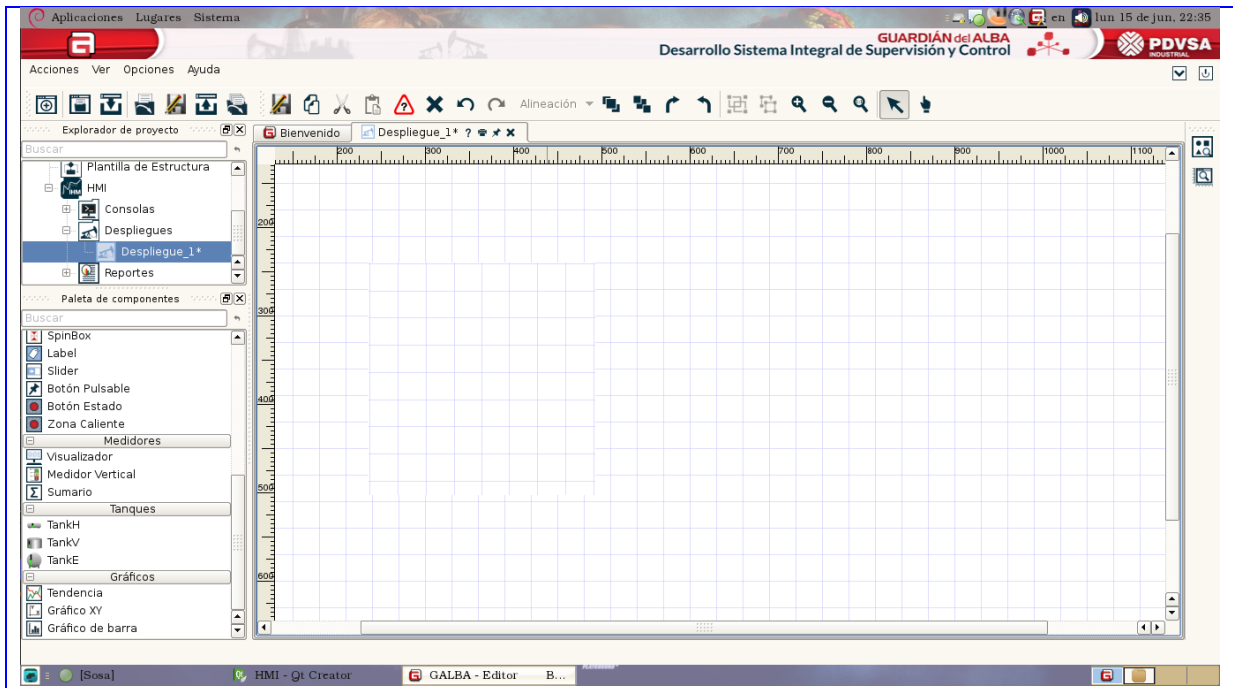


Interfaz 2



Interfaz 3

Capítulo 2: Propuesta y Solución



2.5 Modelo del Diseño

El modelo de diseño es planteado como un modelo de objetos que describe los casos de uso tomando en cuenta todas sus implicaciones, restricciones técnicas, para que esta pueda ser fácilmente convertida en código fuente y construir una arquitectura simple.

2.5.1 Diagrama de Clases del Diseño

El diagrama de clases expresa la estructura u organización del software en términos de las clases. Es un reflejo abstracto de los componentes y las relaciones entre ellos. Los diagramas de clase son el pilar básico del modelado con UML, siendo utilizados tanto para mostrar lo que el sistema puede hacer, como para mostrar cómo puede ser construido.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

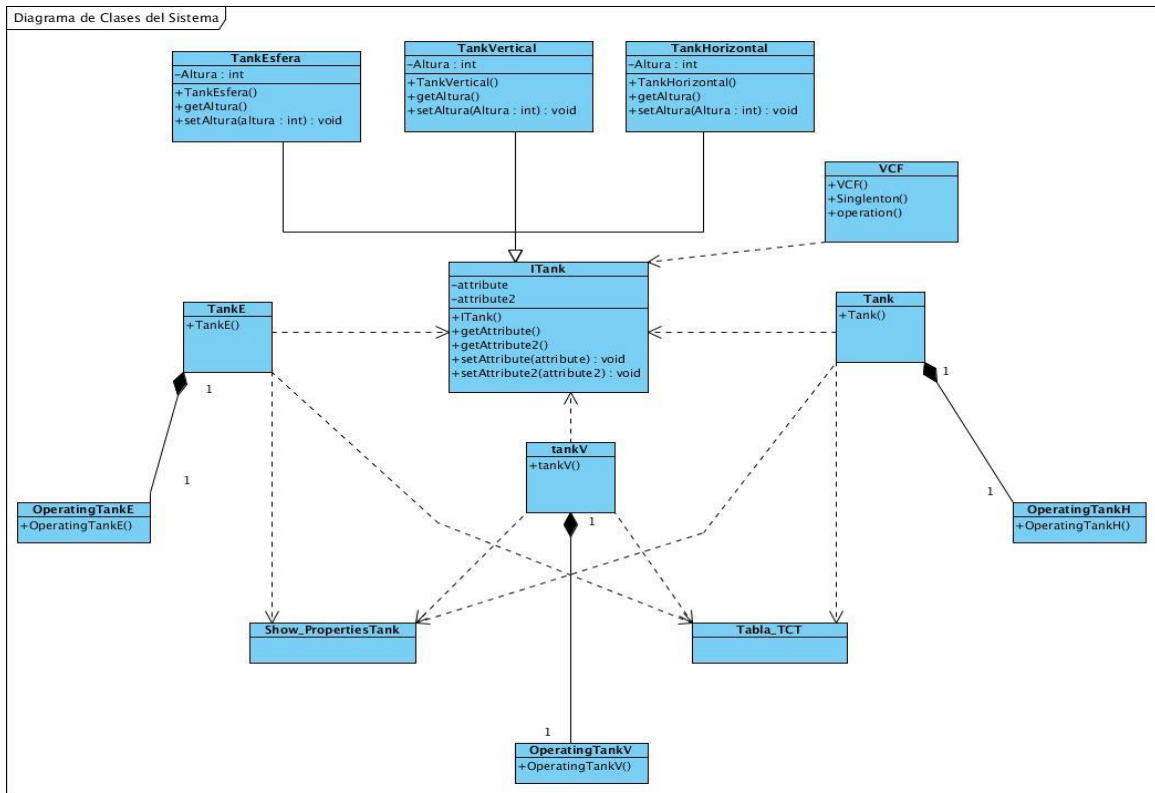


ILUSTRACIÓN 6 DIAGRAMA DE CLASES DEL SISTEMA.

2.4.2 Descripción de las clases

Clase TankEsfera: Esta clase contendrá los datos más atómicos del componente tanque esfera.

Clase TankVertical: Esta clase contendrá los datos más atómicos del componente tanque vertical.

Clase TankHorizontal: Esta clase contendrá los datos más atómicos del componente tanque horizontal.

Clase I_Tank: Esta clase contendrá los datos más comunes del componente tanque de esta heredan las clases más atómicas.

Clase TankE: Esta clase contendrá al componente tanque esfera donde estarán las propiedades gráficas para su visualización.

Clase TankV: Esta clase contendrá al componente tanque vertical donde estarán las propiedades gráficas para su visualización.

Clase TankH: Esta clase contendrá al componente tanque horizontal donde estarán las propiedades gráficas para su visualización.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

Clase VCF: Esta clase realiza el cálculo del factor de corrección del volumen y donde se encuentran las tablas ASTM.

OperatonTankE: Esta clase realiza las operaciones de los cálculos asociados al componente gráfico tanque esfera.

OperatonTankV: Esta clase realiza las operaciones de los cálculos asociados al componente gráfico tanque vertical.

OperatonTankH: Esta clase realiza las operaciones de los cálculos asociados al componente gráfico tanque horizontal.

Show_PropertiesTank: Esta clase interfaz muestra los cálculos realizados a los componentes gráficos en el Runtime.

Tabla_TCT: Esta clase interfaz permite el llenado de la tabla de capacidad de tanque a los componentes gráfico en el editor de despliegue.

2.6 Patrones de Arquitectura

En el desarrollo de un software, se hace necesario seleccionar diferentes patrones los cuales ayudan a que esté presente una buena estructura y organización que hace eficiente su funcionamiento. Estos patrones no son más que una guía para cometer alguna acción. Especifican un conjunto predefinido de subsistemas con sus responsabilidades y una serie de recomendaciones, para organizar los distintos componentes.

2.6.1 Patrón de arquitectura N-Capas

La arquitectura en N-Capas es una estructura de gran escala de un sistema en capas separadas de responsabilidades distintas y relacionadas, con una separación clara y cohesiva de interés como las capas más bajas son los servicios generales y las capas de arriba son la especificación de la aplicación. Esto tiene un gran acoplamiento entre las capas más altas y las capas más bajas. Una capa está compuesto de varios paquetes o subsistemas, es decir que describe la organización conceptual de los elementos del diseño en grupos, independiente de su empaquetamiento o despliegue físico (23).

Capas principales:

- **Capa de las vistas:** En esta capa están los componentes visuales y las capas de interfaz del usuario.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

- **Capa de Operaciones:** En esta capa se gestionan las peticiones de la capa de presentación, las transiciones de las ventanas y el flujo de trabajo.
- **Capa de Modelo:** En esta capa se encuentra la lógica del negocio, donde se encuentran las entidades del dominio, las clases base del dominio.

Ventajas:

- Permite tener un completo control sobre el comportamiento de una aplicación.
- Las interfaces tienden a cambiar más rápido que las reglas de negocios. Agregar nuevos tipos de vistas no afectan al dominio.

Desventajas:

- Los cambios del código fuente se propagan a lo largo de todo el sistema muchas partes del sistema están altamente acopladas.
- La lógica de la aplicación se entrelaza con la interfaz de usuario, entonces no se puede reutilizar con una interfaz diferente, ni distribuirse a otro nodo de proceso.
- Existe un alto acoplamiento entre diferentes áreas de interés. Esto es por lo que es difícil dividir el trabajo para diferentes desarrolladores mediante límites claros.

Capítulo 2: Propuesta y Solución

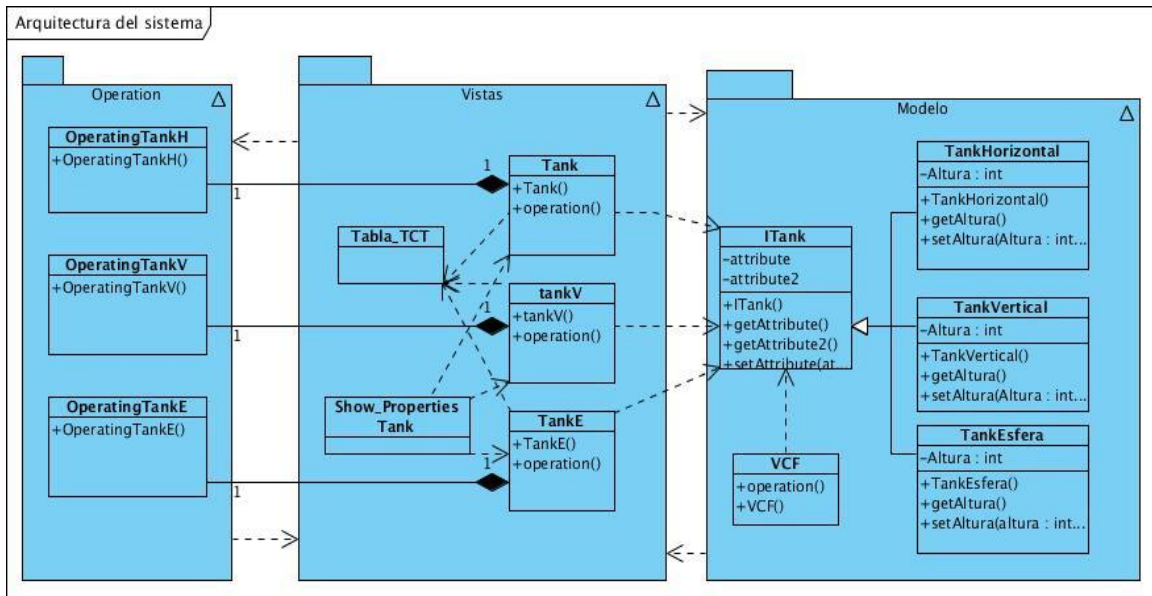


ILUSTRACIÓN 7 DIAGRAMA DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA.

2.6.2 Patrón de Diseño

Los patrones de diseño constituyen una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular, una de sus características es poseer una efectividad para resolver problemas y la reutilización en diferentes problemas de diseño. (24)

Patrón de Diseño GOF:

Los patrones GOF se descubren como una forma indispensable de enfrentarse a la programación a partir de entonces estos patrones son conocidos como los patrones de la pandilla de los cuatro (GoF, *Gang Of Four*). Proponen soluciones a problemas concretos, no son teorías genéricas, sus soluciones técnicas indican resoluciones basadas en Programación Orientada a Objetos (POO). En ocasiones tienen más utilidad con algunos lenguajes de programación y en otras son aplicables a cualquier lenguaje (25).

Patrón de diseño Singleton: El patrón Singleton se implementa creando en la clase un método que crea una instancia del objeto sólo si todavía no existe alguna. Para asegurar que la clase no puede ser instanciada nuevamente se regula el alcance del constructor (con atributos como protegido o privado). Garantiza que una clase solo tenga una instancia y proporciona un punto de acceso global a ella. Este patrón se ve

Capítulo 2: Propuesta y Solución

en la clase **Work_bench** en el editor y el Runtime del GALBA y en la clase **VCF**, esta clase permite una instancia única a las tablas ASTM del sistema (26).

Patrón de Asignación de Responsabilidades (GRAPS):

Los patrones GRASP es un acrónimo que significa (*General Responsibility Assignment Software Patterns*, por sus siglas en inglés). Describen principios de la asignación de responsabilidades a objetos, requieren captar la importancia de estos principios, mantiene el encapsulamiento y los objetos utilizan su propia información para llevar a cabo sus tareas para el diseño eficaz de un software orientado a objetos (27).

En la solución se utilizó el patrón **Experto**, el cual consiste en la asignación de responsabilidades a la clase que contiene la información necesaria para el cumplimiento de las mismas. Si estas tareas se asignan de forma adecuada los sistemas tienden a ser mucho más fáciles de entender y se puede aprovechar la oportunidad de reutilizar componentes en futuras aplicaciones (28). Este patrón se ve en la clase **Operation_tank**.

Conclusiones Parciales

El presente capítulo se desarrolló a partir de la realización de una ingeniería inversa a la herramienta *TankMaster*, como técnica de captura de requisitos, obteniéndose las principales funcionalidades que deberá tener el sistema. Se definieron los diagramas de clases que se utilizarán para realizar la implementación, las variables de inventario del tanque y su forma de calcularse. Además se definió una arquitectura para el sistema basado en el patrón modelo en n-capas.

Capítulo 3: Implementación y Prueba

Capítulo 3: Implementación y Prueba

Este capítulo presenta la implementación y las pruebas realizadas al sistema, así como el diagrama de despliegue, de componentes y se define el estándar de codificación. A partir de los casos de uso y de los requisitos funcionales se realizará la implementación, para luego realizar el período de pruebas; en esta última se realiza el diseño de casos de prueba utilizando la técnica de caja negra.

3.1 Implementación de la aplicación

La implementación de la aplicación tiene como meta desarrollar la arquitectura y el sistema como un todo, así como definir la organización del código para su mejor entendimiento. Para llevarla a cabo se hace uso de los caso de uso del sistema, los cuales guían el desarrollo e implementación del sistema, logrando así una programación eficiente.

3.2 Estándares de codificación

Los estándares de codificación, son convenios para escribir el código fuente con un formato estándar para todos los programadores. De esta forma se asegura la legibilidad del código entre distintos programadores, facilitando el trazo del mismo. Proveen una guía para el encargado de mantenimiento y actualización del sistema, con código claro y bien documentado. Además facilita la portabilidad entre plataformas y aplicaciones (29).

Los estándares de codificación permiten entender de manera rápida, el código empleado en el desarrollo de una aplicación. El uso de las técnicas de codificación es de gran importancia para realizar buenas prácticas de programación con vistas a generar un código de alta calidad.

Por ello, para la implementación del sistema se definen los requisitos que se presentan a continuación.

Identación:

```
175 - qreal Tank::height() const
176 {
177     qreal tHeight=0;
178
179     tHeight+=(m_pen.widthF());
180     return tHeight;
181 }
182
```

ILUSTRACIÓN 8 IDENTACIÓN.

Capítulo 3: Implementación y Prueba

La unidad de indentación de bloques de sentencias son 4 espacios.

Declaración de variables:

Se debe declarar cada variable en una línea distinta.

```
private:
    int level;
    int level1;

    I_Tank * tank;
    Tipo_tipoMedicion;
    Tabla_tablaASTM;

    ESCMGA::CIM::Meas::Measurement * densidad;
    ESCMGA::CIM::Meas::Measurement * temperatura;
    ESCMGA::CIM::Meas::Measurement * presion;
    ESCMGA::CIM::Meas::Measurement * nivel;
```

ILUSTRACIÓN 9 DECLARACIÓN DE VARIABLES.

Declaración de Clases e interfaces:

No hay espacio entre el nombre del método, el paréntesis y la lista de parámetros. Se abre la llave "{" en la siguiente línea después de la declaración, la llave de"}" debe aparecer en línea debajo cuando se termina el código, con la misma indentación que el método o clase que cierra.

```
10 ,
11
12 Tank_Horizontal::Tank_Horizontal(double _altura, double _diametro, QString _nombre, double _
13 - I_Tank(_nombre, _volumen, _densidad, _nivel, _temperatura, _presion)
14 {
15     this->altura= _altura;
16     this->diametro=_diametro;
17 }
18
```

ILUSTRACIÓN 10 DECLARACIÓN DE CLASES E INTERFACES.

Nombre de clases:

Las clases comenzarán con mayúscula, si la clase es compuesta empezarán con mayúsculas las dos letras iniciales de cada palabra y estarán separadas por un guion bajo.

Sentencias simples:

Cada línea debe contener una sola sentencia.

Sentencias de retorno:

Capítulo 3: Implementación y Prueba

No se pondrá la expresión de retorno entre paréntesis a menos que con ello se gane en claridad.

```
210 □ double I_Tank::getTOV()  
211 {  
212     return tov;  
213 }  
214
```

ILUSTRACIÓN 11 SENTENCIA DE RETORNO.

Sentencia if, while, for:

Deben estar indentadas a un nivel superior que el precedente. Todas las sentencias del tipo if o for, while, deberán tener llaves aunque sólo contengan una sentencia, de esta forma se evita la introducción accidental de errores si se añaden posteriormente sentencias.

```
215 □ double I_Tank::getVCF()  
216 {  
217     VCF *manager = VCF::getInstance();  
218     if(Tabla_ASTM()==_53A)  
219     {  
220         return manager->getValue53A( temperatura, densidad);  
221     }  
222     else if(Tabla_ASTM()==_53B)  
223     {  
224         return manager->getValue53A( temperatura, densidad);  
225     }  
226 }
```

ILUSTRACIÓN 12 SENTENCIA IF.

```
148  
149 -  
150 - for( int i(0); i<10;i++){  
151     painter->drawLine(133,50+(i)*10,140,50+(i)*10);  
152     painter->drawText(142,55+(i)*10,QString::number(10-i));  
153 }  
154 |  
155 //     DIBUJO DE LA ESCALA
```

ILUSTRACIÓN 13 SENTENCIA FOR.

```
107  
108 - void Tank::initTankx()  
109 {  
110 -     while(Tank.bombeable!=level)  
111     {  
112         .  
113         .  
114     }  
115 }  
116 }  
117 }  
118
```

ILUSTRACIÓN 14 SENTENCIA WHILE.

Capítulo 3: Implementación y Prueba

3.3 Tratamiento de Errores

Con el objetivo de garantizar la mayor confiabilidad e integridad en los datos que utiliza el sistema, se adoptan las siguientes estrategias para el tratamiento de errores.

1. Se validan los campos del formulario de la tabla de capacidad de tanque, de cada uno de los tanques del SCADA-GALBA.
2. Se muestra un mensaje con el error detectado, con un lenguaje claro y preciso en donde está el error.
3. Se valida el caso en que la información o los datos introducidos sean caracteres especiales o letras, el sistema no deja introducir este tipo de caracteres.

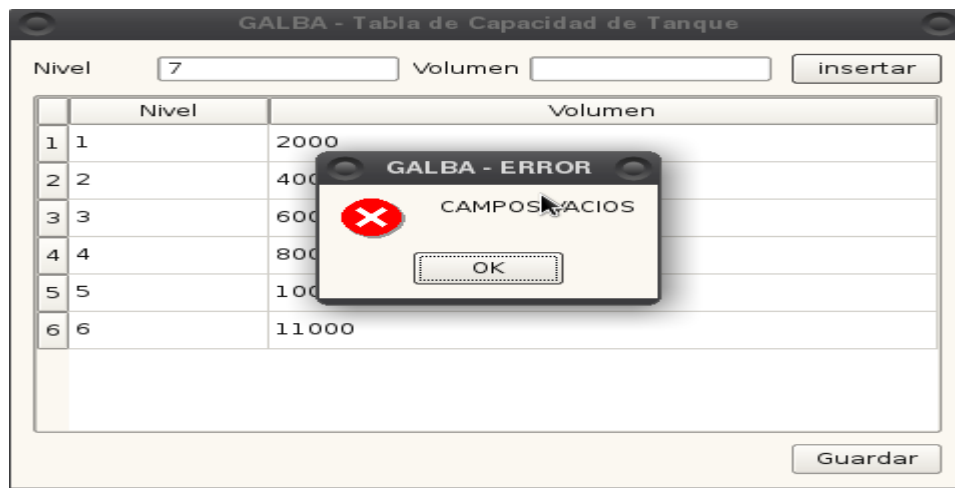


ILUSTRACIÓN 15 ERROR EN CAMPOS VACÍOS.

3.4 Modelo de implementación (Diagrama de componentes)

Un componente no es más que una parte física y reemplazable de un sistema. Las clases representan abstracciones lógicas y los componentes son elementos físicos del mundo real, siendo estos la implementación física de un conjunto de otros elementos lógicos, como clases y colaboraciones. Desde el punto de vista del diagrama de componentes se tienen en consideración los requisitos relacionados con la facilidad de desarrollo, la gestión de software, la reutilización, y las restricciones impuestas por los lenguajes de programación y las herramientas utilizadas en el desarrollo (31).

Capítulo 3: Implementación y Prueba

De esta forma la relación que se establece entre componentes en un diagrama de componentes es de dependencia, lo que quiere decir que un componente necesita de otro para completar su definición.

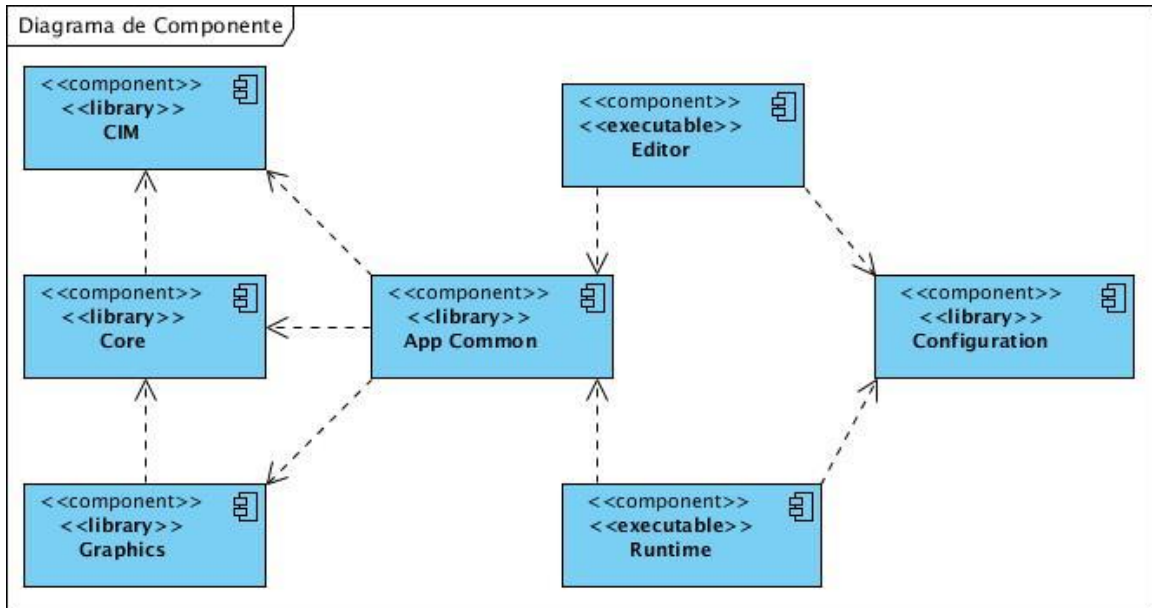


ILUSTRACIÓN 16 DIAGRAMA DE COMPONENTE.

3.4.1 Descripción del componente

CIM: Es el modelo de todo el Sistema.

Core: Este componente es el núcleo de todo el módulo de HMI.

Graphic: Este componente es donde se encuentran todos los componentes gráficos.

App_Common: En este se encuentran las clases más útiles y comunes para el resto de los componentes.

Editor: Editor de Despliegue.

Runtime: Editor de Ejecución.

Configuración: Servidor de configuración.

3.5 Modelo de despliegue (Diagrama de despliegue)

Un diagrama de despliegue muestra las relaciones físicas entre los componentes hardware y software en el sistema. Es un conjunto de nodos unidos por conexiones de

Capítulo 3: Implementación y Prueba

comunicación. Un nodo puede contener instancias de componentes software, objetos y procesos. La intención del modelo de despliegue no es describir la infraestructura, sino el camino en el cual los componentes específicos deben corresponder a una aplicación que despliega a través de él (32). A continuación se realiza una representación gráfica en la Ilustración (17).

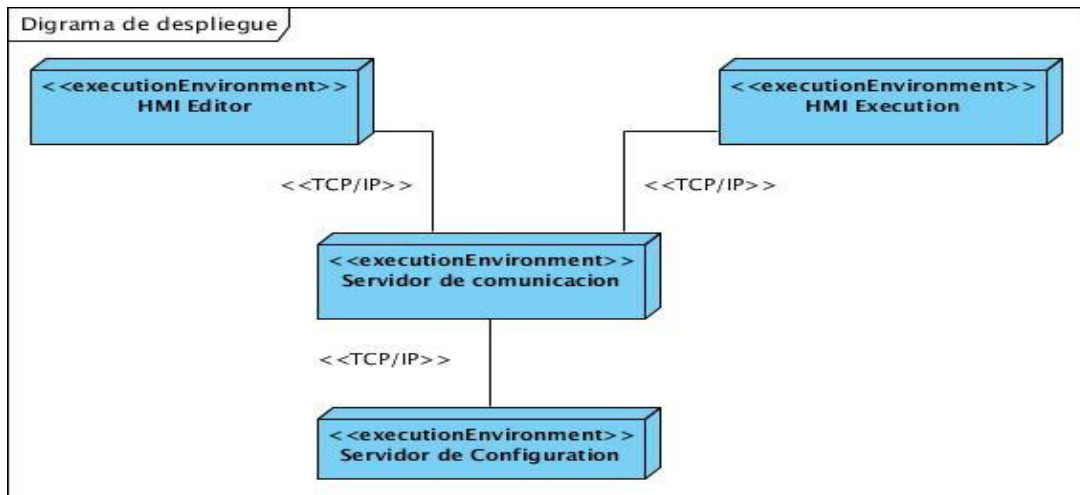


ILUSTRACIÓN 17 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE.

3.5.1 Descripción de los Nodos

- **Servidor de Configuración:** Es el nodo encargado de tener toda la configuración del sistema.
- **Servidor de Comunicación:** Es el nodo encargado de enviar las solicitudes al servidor de configuración.
- **HMI Editor:** Es la aplicación donde se edita y se configura el proyecto.
- **HMI Execution:** Es la aplicación donde se visualiza la configuración realizada previamente en el editor de despliegue.

3.6 Pruebas de software

Las pruebas de software son muy importantes en la obtención de un producto de alta calidad y buen funcionamiento, por lo que su objetivo fundamental es verificar y validar que realmente el software realice lo que está planificado que haga. Forman un punto indispensable para cerciorarse de que un sistema es realizado con calidad y para reducir el número de errores que no fueron detectados en la etapa de implementación.

Capítulo 3: Implementación y Prueba

La fase de prueba es una de las fases fundamentales del desarrollo de una aplicación. El objetivo de cada una de las pruebas es el de detectar errores basándose en técnicas y estrategias empleadas en cada una de las pruebas. Dentro de las estrategias de pruebas que existen pueden ser mencionadas las pruebas de unidades, las pruebas de integración, las pruebas de sistema, las pruebas de aceptación y pruebas de regresión.

3.6.1 Pruebas de caja negra

Las técnicas de caja negra o funcionales son las que se realizan sobre la interfaz del programa a probar, entendiendo por interfaz las entradas y salidas de dicho programa. No es necesario conocer la lógica del programa, únicamente la funcionalidad que debe realizar (33). Estas pruebas permiten encontrar:

- Funciones que estén incorrectas o ausentes.
- Errores de interfaz.
- Errores en estructuras de datos o en accesos a las bases de datos externas.
- Errores de rendimiento.
- Errores de inicialización y terminación.

Esta prueba se realiza sobre la interfaz del sistema para comprobar las funcionalidades del mismo y verificar sus entradas y respuestas. Este proceso de pruebas está basado en la descripción de los diferentes casos de usos.

3.6.2 Diseño de Caso de Prueba del CU <Activar componente tanque.>

Nombre de la sección	Escenarios de la sección	Descripción de la sección	Flujo Central	Resultados Esperados	Resultados Obtenidos
SC 1: Activar componente tanque.	EC1.1:Paleta de Componentes Gráficos	El mantenedor selecciona de la paleta de componentes.	Activar componente tanque	El sistema debe mostrar en la paleta de componentes los diferentes	El sistema muestra en la paleta de componentes los diferentes

Capítulo 3: Implementación y Prueba

				tanques.	tanques
EC	1.2	El mantenedor	Activar	El sistema	El sistema
Adicionar el componente Editor de despliegue.	adiciona el componente tanque al editor.	el componente tanque al editor.	componente tanque.	debe mostrar el componente tanque en el editor de despliegue.	muestra en el editor de despliegue el componente tanque.
EC	1.3	El mantenedor	Activar	El sistema	El sistema
Modificar tamaño del componente.	selecciona el componente para editar.	el componente para editar.	componente tanque	debe modificar el tamaño del componente tanque en el editor de despliegue.	muestra en el editor de despliegue el componente con su tamaño modificado.
EC	1.4	El mantenedor	Activar	El sistema	El sistema
Eliminar componente tanque.	selecciona el componente para eliminar.	el componente para eliminar.	componente tanque	debe eliminar el componente tanque en el editor de despliegue.	muestra en el editor de despliegue en blanco sin el componente.

Los resultados obtenidos después de aplicar las pruebas al sistema son los siguientes:

Capítulo 3: Implementación y Prueba

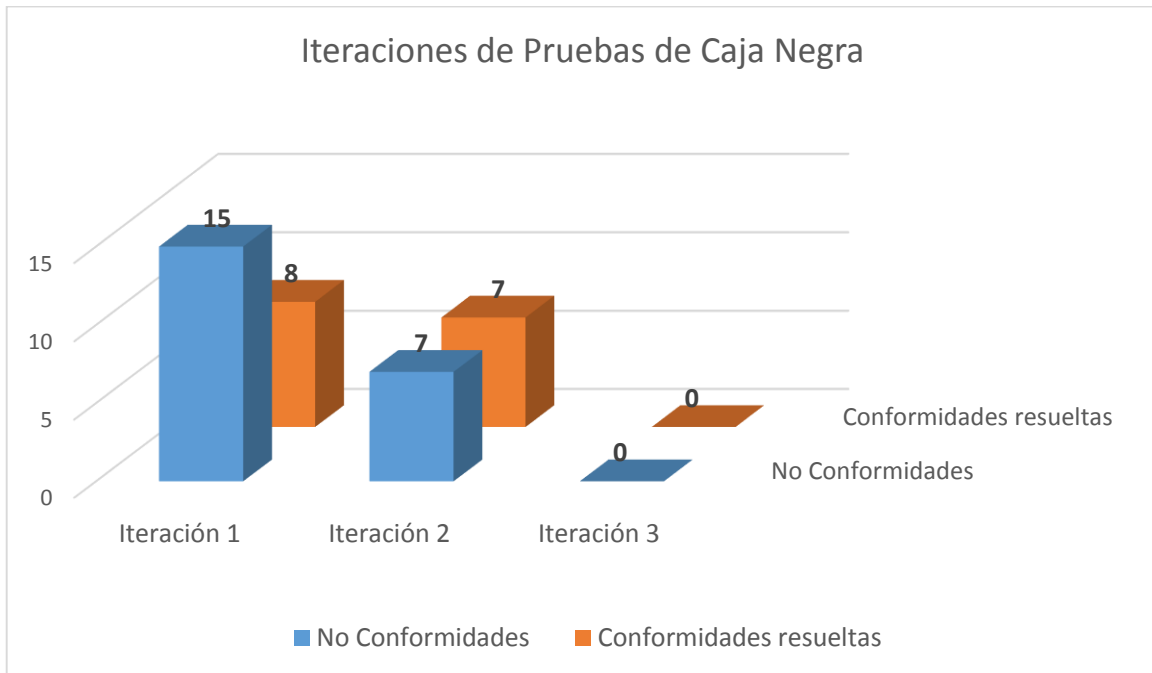


ILUSTRACIÓN 18 ITERACIONES DE PRUEBAS DE CAJA NEGRA

En la Ilustración 18, se comienza por la iteración 1 con 15 no conformidades relacionadas con 3 casos de uso, resolviéndose 8 no conformidades. Luego se prosigue a la iteración 2 disminuyendo en esta a 7 no conformidades y resolviéndose 7 no conformidades de las mismas. Finalmente en la iteración 3 no se encontraron no conformidades, y obteniendo un buen resultado.

El resultado de las pruebas realizadas al software fue satisfactorio. Se comprobó que las respuestas del sistema fueran las esperadas y que el mismo cumple con las especificaciones definidas a partir de los casos usos planteados con anterioridad. Con las pruebas aplicadas se comprobó que el sistema cumple con los objetivos propuestos con el desarrollo del componente gráfico para la visualización de las mediciones y cálculos asociados de los tanques del SCADA-GALBA.

3.7 Beneficios del sistema

Con el desarrollo del componente gráfico se obtendrá una herramienta visual que podrá ser utilizada en el SCADA-GALBA, también podrá ser usada en todas las soluciones desarrolladas por el CEDIN donde sea necesario controlar combustibles fósiles que se almacenan en tanques. Mejorará considerablemente la usabilidad en el

Capítulo 3: Implementación y Prueba

manejo de la configuración permitiendo al mantenedor un mejor control de los depósitos de combustibles líquidos de las empresas petroleras de Cuba y Venezuela.

Conclusiones parciales

Con la realización de este capítulo fueron implementados a partir de los casos de uso y se implementaron las funcionalidades requeridas por el sistema. Se obtuvo una mejor visión de la distribución física y lógica del sistema mediante los diagramas de despliegue y de componente. Una vez finalizado el capítulo se obtuvo un enfoque global de cómo quedó implementado el sistema, demostrando que la aplicación cumple con las funcionalidades previstas mediante la realización de las pruebas y se determinó que el sistema cumple con el objetivo general de la investigación.

CONCLUSIONES GENERALES

Conclusiones Generales

Una vez concluido el desarrollo de la aplicación se puede arribar a las siguientes conclusiones.

1. Se obtuvo un componente gráfico capaz de visualizar las mediciones y cálculos asociados a los tanques, mejorando considerablemente la usabilidad del sistema SCADA-GALBA.
2. Se realizó el estudio de los procesos de visualización de las mediciones y cálculos asociados a los tanques del SCADA-GALBA, sentando las bases teóricas para un posterior diseño de la solución propuesta e identificando sus principales funcionalidades.
3. El desarrollo de la aplicación estuvo guiado por los artefactos y diagramas generados a partir del análisis y el diseño realizado al sistema.
4. Las herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo del componente fueron de código abierto, multiplataforma y compatibles con las herramientas utilizadas en el proyecto SCADA-GALBA. Esto permitió que fuera posible su integración al sistema y cumpliera con los requisitos definidos.
5. Mediante la realización de las pruebas se validó el correcto funcionamiento del componente, cumpliendo de esta manera con el objetivo general de la investigación.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

Concluida la investigación y basándose en las experiencias acumuladas a lo largo del desarrollo de la misma, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Actualizar las normas asociadas a productos, las tablas ASTM del cálculo factor de corrección de volumen (VCF), los cálculos asociados según los estándares internacionales.
2. Vincular los componentes gráficos a las alarmas del sistema.
3. Trabajar en los cálculos de medición sistema de medición híbrido (HIMS) y sistema de medición hidrostático (HTG).
4. Trabajar en futuras actualizaciones de los componentes gráficos.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. CEDIN. [En línea], <http://gespro.cedin.prod.uci.cu/>.
2. Ecología Hoy. [En línea] ,7 de 6 de 2011. <http://www.ecologiahoy.com/combustibles-liquidos>.
3. Textos Científicos. Textos Científicos. Tecnología de combustibles. [En línea] 7 de 5 de 2006. <http://www.textoscientificos.com/energia/combustibles/liquidos>.
4. Rosemount Tank Radar AB – Ref.no 205010 En. Third edition, Rev C, November 2009.
5. B.V., Enraf. The art of tank gauging. The Netherlands: s.n.
6. API MPMS. Rose, Josh. 2012. Rose_Josh API MPMS Chapters 5 and 6 Final.
7. Introducción a las Normas en Español del American Petroleum Institute. Remotti , Marcelo y Mejía, David. México: s.n., 2012. Presentacion_2_1130_1200_ NORMAS _API_CNH.
8. Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3-Tank Gauging Section IA-Standard Practice for the Manual Gauging of Petroleum and Petroleum Products, American Petroleum Institute,API_+MPMS+3_1A+Tank+Gauging.pdf
9. EnergyAPI. Petroleum Measurement. 2014.
10. Ecured. (Sistemas SCADA), [En línea],http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_SCADA.
11. Framework QT,[En línea],<http://qt-project.org/>
12. El lenguaje C++, [En línea],http://www.zator.com/Cpp/E1_2.html.
13. Lenguaje de modelado (UML), [En línea],<http://www.hipertexto.info/documentos/uml.html>.
14. Visual Paradigm, [En línea], <http://www.visual-paradigm.com/>
15. Metodologías de desarrollo de software [EN LINEA], <http://procesosdesoftware.wikispaces.com/metodologiasparadesarrollo+de+software>
16. Rosemount TankMaster WinOpi, Reference Manual 303028ES, Edición 3/Rev. BB, noviembre 2007.
17. Tank Visión, [En línea],<http://www.tankvision.com.au/>.
18. Tank Gauging, [En línea], <http://www.tankgauging.com/>

BIBLIOGRAFÍA

19. Autómatas Industriales. [En línea] 2000. [Citado el: 3 de octubre de 2010.] <http://www.automatas.org/redes/scadas.html>.
20. Tamara Rodríguez, Metodología de desarrollo para la Actividad productiva de la UCI.pdf,21/11/2014
21. SOMMERVILLE, I.Ingeniería del software. Pearson Educación, 2005. 714 p. 9788478290741
22. Ingeniería del Software I 3o I.T.I Gestión. Laguna, Miguel A. 2-requisitos.pdf.
23. César de la Torre Llorente, Guía de Arquitectura N-Capas orientada al Dominio, 2011, página 64, http://sunshine.prod.uci.cu/gridfs/sunshine/books/Gua_Arquitectura_N-Capas_Orientada_al_Dominio_-_Microsoft_Architecture_1a_Edicion_Noviembre_2010.pdf
24. José García Peñalvo, Dr. Francisco, Conde González, Miguel Ángel y Bravo Martín, Sergio. Ingeniería del Software. 2008.
25. Patrón GOF [En línea], http://www.ecured.cu/index.php/Patrones_Gof#_Patrones_de_Creaci.C3.B3n
26. El Patrón Singleton. Developer Network. [En línea],<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb972272.aspx>.
27. Patrones GRASP, [En línea], <http://www.practicadesoftware.com.ar/2011/03/patrones-grasp/>
28. Patrones de Asignación de Responsabilidades [En línea], http://www.ecured.cu/index.php/Patrones_de_Asignaci%C3%B3n_de_Responsabilidades.
29. Estándares de Codificación,[En línea], <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/aa291591%28v=vs.71%29.aspx>.
30. Diagrama de Despliegue. [En línea],http://www.ecured.cu/index.php/Diagrama_de_despliegue.
31. Diagrama de Componentes, [En línea],<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd409393.aspx>.
32. Pruebas de Caja Negra [En línea], http://www.ecured.cu/index.php/Pruebas_de_caja_negra

GLOSARIOS

Glosarios

Emerson: *Emerson Electric Manufacturing Company* fue creada en 1890, en sus inicios la compañía se dedicó a crear motores eléctricos y desarrollar una reputación de productos de alta calidad en el mercado. En 1973 Emerson da un salto cuantitativo hacia el desarrollo de tecnologías y productos nuevos, incursionando de esta manera hacia los sistemas de adquisición y control de procesos y en válvulas de control de procesos principalmente en la industria petrolera.

Manual Gauging: Este método consiste en la medición del tanque con una varilla o una cinta con un nivel de graduación para la verificación de la calibración del medidor y su rendimiento. Estas mediciones tienen un margen de error de un 0.1%.

Float and tape gauges: Es un tipo de medidor de nivel, el cual está compuesto por un flotador y una cinta. Inicialmente, el flotador se conecta a través de un cable a un peso de equilibrio con una escala y puntero a lo largo del casco del tanque indica el nivel. Las versiones más recientes de medición que tuvo el flotador, a través de una perforación de cinta de acero, a un motor de resorte de torsión "constante".

Servo gauges: El medidor de tanques servo es una mejora del medidor de tipo flotador. En este indicador, el flotador se sustituye por un pequeño desplazador, suspendida por un cable de medición fuerte, flexible. Los medidores de servo utilizan un servo motor eléctrico para subir y bajar el desplazador. Un ingenioso sistema de pesaje mide continuamente el peso y la flotabilidad del desplazador y controla el sistema de servo. El motor acciona también el transmisor integral.

Radar gauges: El medidor de tanques de tipo radar sirve para medir los niveles de productos en tanques de almacenamiento, es una de las técnicas más recientes. Los indicadores de nivel por radar se desarrollaron en los años sesenta a mediados de crudo transportistas. Los instrumentos de radar utilizan microondas, generalmente en el 10 GHz gama, para la medición del nivel de líquido. La distancia de la señal enviada se calcula a partir de una comparación de señales transmitida y reflejada. Con medición de tanques, relativamente distancias cortas tienen que ser medidos.

Hydrostatic Tank Gauging: La medición Hidrostática de tanques (HTG) es una de las técnicas más antiguas para medir el contenido del tanque. En la industria de procesos,

GLOSARIOS

el nivel medición utilizando transmisores de presión diferencial está muy común. Normalmente este método utiliza transmisión de presión analógica transmisores, con una precisión del 1%. Los transmisores sin embargo, por las señales analógicas no son adecuados para este propósito, la medición de inventario requiere una precisión mucho mejor especialmente calibrado inteligente. Los transmisores de presión digitales están disponibles para proporcionar una mejor precisión.

Hybrid Inventory Measurement System: El sistema de medición de inventario híbrido (HIMS), combina las técnicas más modernas de medición de nivel con la medición hidrostática de los tanques. Este es a menudo llamado el mejor de los dos, proporcionando el mejor nivel de aforo combinado con lo mejor de la hidrostática. La medición de nivel es la base para un volumen exacto para el cálculo de inventario. La medición de la presión, combinado con el nivel, proporciona una verdadera medición de densidad media sobre toda la altura del nivel de producto.

Medidores de tanques Automáticos: Los medidores de tanques automáticos (ATG), se utilizan para controlar los niveles de inventario de tanques de combustible, esto hace referencia a la medición del nivel de hidrocarburos líquidos en tanques estacionarios, sobre el suelo, utilizando medidores de tanques para su calibración.

Rosemount: El sistema de medición del tanque Rosemount es uno de los mejores mundialmente en la gestión de tanque, basado en los indicadores fiables y libres de mantenimiento de nivel por radar. Su tecnología es fácil de adaptar a los estándares mundiales de medición y su actualización es fácil.

ASTM: ASTM International es conocida como la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), es una organización de estándares internacionales que desarrolla y publica normas técnicas voluntarias de consenso para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios ASTM, fue fundada en 1898 como la Sección Americana de la Asociación Internacional para el Ensayo de Materiales.

PSI: La libra-fuerza por pulgada cuadrada, más conocida como psi (*pounds-force per squareinch*, por sus siglas en inglés) es una unidad de presión. Es una escala común más utilizada para medir la presión ambiente y atmosférica, donde su principal herramienta es un nanómetro. Un psi equivale a $1 \text{ psi} = 6894,75 \text{ pascales} = 6,895 \text{ kPa}$.

GLOSARIOS

KPa: Esta unidad del Sistema Internacional es nombrada así en honor a Blaise Pascal. En las unidades cuyo nombre proviene del nombre propio de una persona, la primera letra del símbolo se escribe con mayúscula (**Pa**), en tanto que su nombre siempre empieza con una letra minúscula (**pascal**), salvo en el caso de que inicie una frase o un título. El kilopascal (**kPa**) es una unidad de presión que equivale a 1 000 pascales.

Modbus: Es un protocolo de comunicación situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro-esclavo o cliente-servidor. Es un protocolo público, exige poco desarrollo y permite el control de una red de dispositivos.

RS232: Es un estándar de cableado para la comunicación de equipos para transmisión de datos binarios RS232 (*Recommended Standard 232*, por sus siglas en inglés), es comúnmente utilizado en dispositivos y ordenadores para su comunicación.

RS485: Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, utilizado para la comunicación de equipos y en el envío de datos binarios RS485 (*Recommended Standard RS 485*, por sus siglas en inglés), es ideal para transmitir datos a altas velocidades, en largas distancias de 35 Mbit/s hasta 10 metros y 100 kbit/s en 1200 metros.

Windows XP: Es una versión avanzada del sistema operativo Windows 2000NT, es desarrollado por la compañía Microsoft Windows, posee una interfaz agradable. Su núcleo es un sistema híbrido, se puede instalar en plataformas de 32 y 64 bit y es el primer sistema operativo que implantó el uso de claves o llaves para la activación del sistema, evitando así la piratería.

OPC: Es un estándar de comunicación en el campo de control y supervisión de procesos industriales OPC (*OLE Process Control*, por sus siglas en inglés). Este estándar permite la comunicación entre diferentes componentes de software individuales. Está basado en la arquitectura cliente-servidor, posee un servidor de datos que permite que cualquier aplicación OPC pueda cambiar cualquier variable en el servidor.

DCS: Es un sistema de control aplicado a procesos industriales complejos en las grandes industrias como la del petróleo y metalúrgicas, **DCS** (*Distributed Control System*, por sus siglas en inglés). Los DCS controlan las señales emitidas por los

GLOSARIOS

diferentes sensores de los dispositivos, pudiendo controlar hasta 5000 señales. Opera de forma centralizada para desarrollar la lógica de sus controladores o los objetos gráficos de la monitorización.

PLC: Es un dispositivo utilizado en las industrias y máquinas, un PLC (*Programmable Logic Controller*, sus siglas en inglés), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos o industriales, tales como el control de las maquinarias en líneas de montaje de una fábrica y en el control de una válvula de seguridad.

Microsoft Office: Es una suite ofimática o un paquete que contiene un gran grupo de software que abarca desde el mercado de la internet hasta aplicaciones de escritorio y servicios para los sistemas operativos Windows, fue creado por la compañía Microsoft Windows. Sus principales aplicaciones son el WORD, EXCEL, POWER POINT y OUTLOOK, este último utilizado como cliente de correo.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 2 Configurar componente tanque en el editor de despliegue

Objetivo	Configurar las propiedades del componente tanque.	
Actores	Mantenedor.	
Resumen	Se inicializa cuando se despliega el inspector de propiedades y se modifican las variables del componente.	
Complejidad	Alta	
Prioridad	Alta	
Precondiciones	Debe estar el componente en el editor de despliegue del SCADA-GALBA.	
Postcondiciones	No aplica	
Flujo de eventos		
Flujo básico <Configurar componente tanque en el editor de despliegue>		
	Actor	Sistema
1.	1.1 El caso de uso se inicializa cuando el mantenedor da clic en el ícono de la derecha del editor de despliegue, da clic derecho sobre el componente y selecciona la opción "Propiedades".	1.2. Debe mostrar el inspector de propiedades del editor de despliegue.
2.	2.1 El mantenedor empieza a configurar los principales parámetros del tanque. Tipo de Medición (Interfaz 1). Tabla ASTM (Interfaz 1). Tabla TCT (Interfaz 1). Diámetro (Interfaz 1). Altura (Interfaz 1). SYW (Interfaz 1).	2.2 Debe permitir modificar los valores iniciales del tanque.

ANEXOS

	<p>FWV (Interfaz 1).</p> <p>WCF (Interfaz 1).</p> <p>Mediciones de los Puntos (Interfaz 1).</p> <p>Tipo de Producto (Interfaz 1).</p>	
3.	<p>3.1 El mantenedor cuando configure el tipo de tabla TCT si escoge la opción de “Bruto” debe dar clic derecho sobre el componente y seleccionar la opción “TCT” (Interfaz 2).</p>	<p>3.2 Debe mostrar una ventana donde se configure manualmente los valores de la tabla de capacidad de tanque (TCT) donde se le pasa el nivel en correspondencia con el volumen.</p>
4.	<p>4.1.1 El mantenedor selecciona la opción de mediciones y da clic sobre ella. (Interfaz 1).</p> <p>4.1.2 El mantenedor selecciona la opción “Adicionar” (Interfaz 3).</p> <p>4.1.3 El mantenedor escoge los 4 puntos que son nivel, temperatura, presión, densidad (Interfaz 4).</p>	<p>4.1.2 Debe mostrar una ventana donde se les asocien las mediciones.</p> <p>4.1.2 Debe mostrar una ventana donde se adicionen las mediciones.</p> <p>4.1.2 Debe permitir adicionar los 4 puntos seleccionados.</p>
5.	<p>5. El mantenedor selecciona la opción de tipo de producto. (Interfaz 1).</p>	<p>5.2 Debe mostrar una pestaña donde se seleccione el tipo de producto.</p> <p>5.2.1 Pestaña <i>Crude OIL</i> (Crudo de Petróleo).</p> <p>5.2.2 Pestaña <i>OIL Producto</i> (Derivados del petróleo).</p>
6.	<p>6. El mantenedor busca la opción de salvar el despliegue.</p>	<p>6.1 Debe permitir salvar el proyecto.</p>
<p>Prototipos de interfaz elemental de usuario</p>		

ANEXOS

Interfaz 1

The screenshot shows a 3D simulation of three tanks. The top-left tank is horizontal with a level indicator showing 10, 5, and 0. The bottom-left tank is vertical with a level indicator showing -25, 5, and 0. The right tank is spherical with a level indicator showing 8, 3, and 0. A dashed blue box highlights the spherical tank. To the right is the 'Inspector de propiedades' window, which lists various properties for the selected object.

Propiedad	Valor
Recurso del Sistema	
Animaciones	
Eventos	
General	
Diametro	8.00
Altura	0.00
FWL	0.00
SyW	20.00
FWV	0.00
WCF	0.90
Dens_Aire	0.00
Dens_Vapor	0.00
Dens_Referencia	0.00
Productos	Crude_Oil
Medicion	Level_Based
TablaASTM	_53A
TablaTCT	Internacional
Tanque esfera	
Nombre	TankV1
descripcion	
Mediciones	4 mediciones
Posición	(449.00, 290.00)
Opacidad	100
Ancho	200.00
Alto	200.00
Lápiz	— [Línea Sólida, Mitr...

Interfaz 2

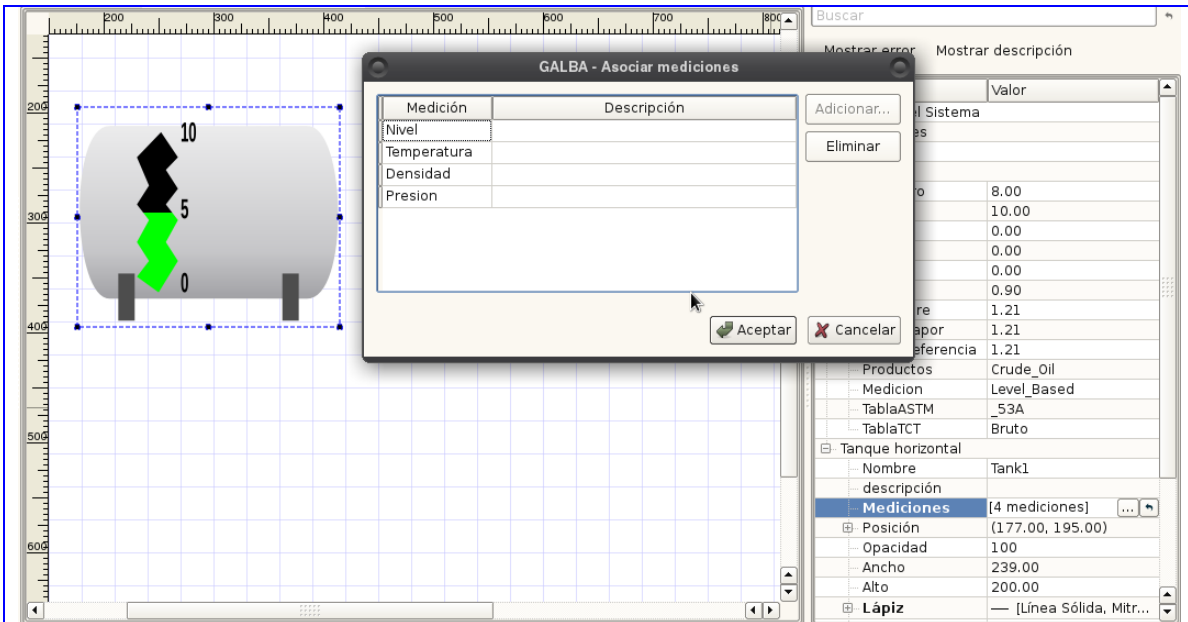
The screenshot shows a dialog box titled 'GALBA - Tabla de Capacidad de Tanque'. It contains a table with columns 'Nivel' and 'Volumen'. Below the table is a 'Guardar' button. To the right is the 'Inspector de propiedades' window, which lists properties for a horizontal tank.

Nivel	Volumen
1 1	2000
2 2	4000
3 3	6000
4 4	8000
5 5	10000
6 6	11000

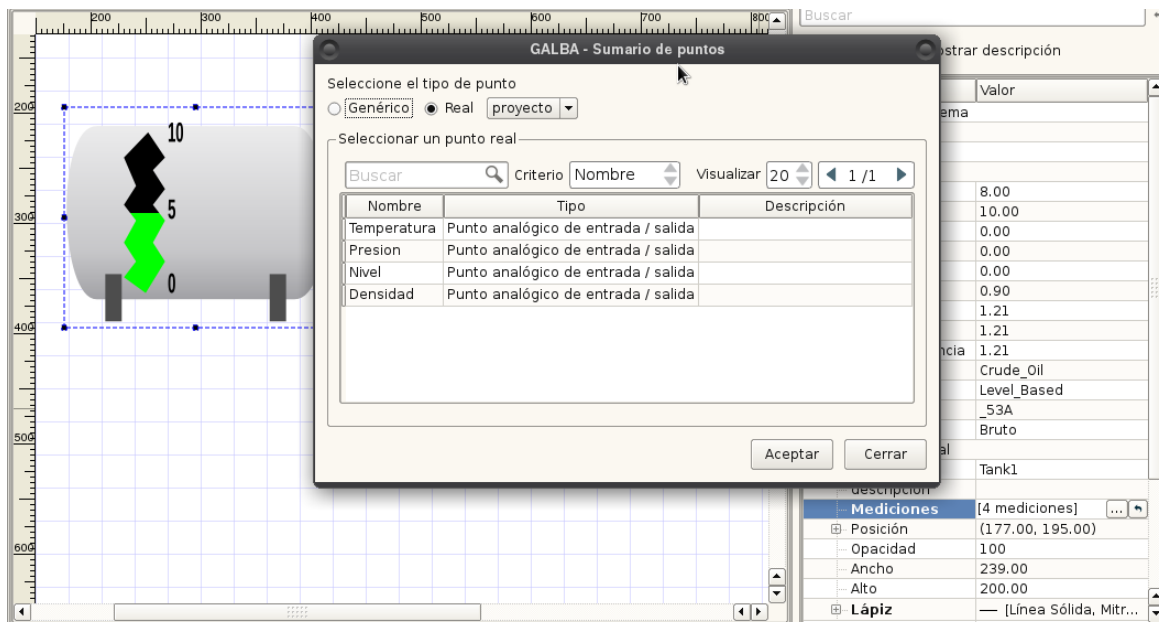
Propiedad	Valor
Recurso del Sistema	
Animaciones	
Eventos	
General	
Diametro	8.00
Altura	10.00
FWL	0.00
SyW	0.00
FWV	0.00
WCF	0.90
Dens_Aire	1.21
Dens_Vapor	1.21
Dens_Referencia	1.21
Productos	Crude_Oil
Medicion	Level_Based
TablaASTM	_53A
TablaTCT	Bruto
Tanque horizontal	
Nombre	Tank1
descripcion	
Mediciones	4 mediciones
Posición	(411.00, 286.00)
Opacidad	100
Ancho	239.00
Alto	200.00
Lápiz	— [Línea Sólida, Mitr...

Interfaz 3

ANEXOS



Interfaz 4



Flujos alternos

3.1 Configurar componente tanque en el editor de despliegue

	Actor	Sistema
1.		1.1 Si existe algún campo vacío, el sistema muestra un mensaje indicándole al mantenedor que llene todos los

ANEXOS


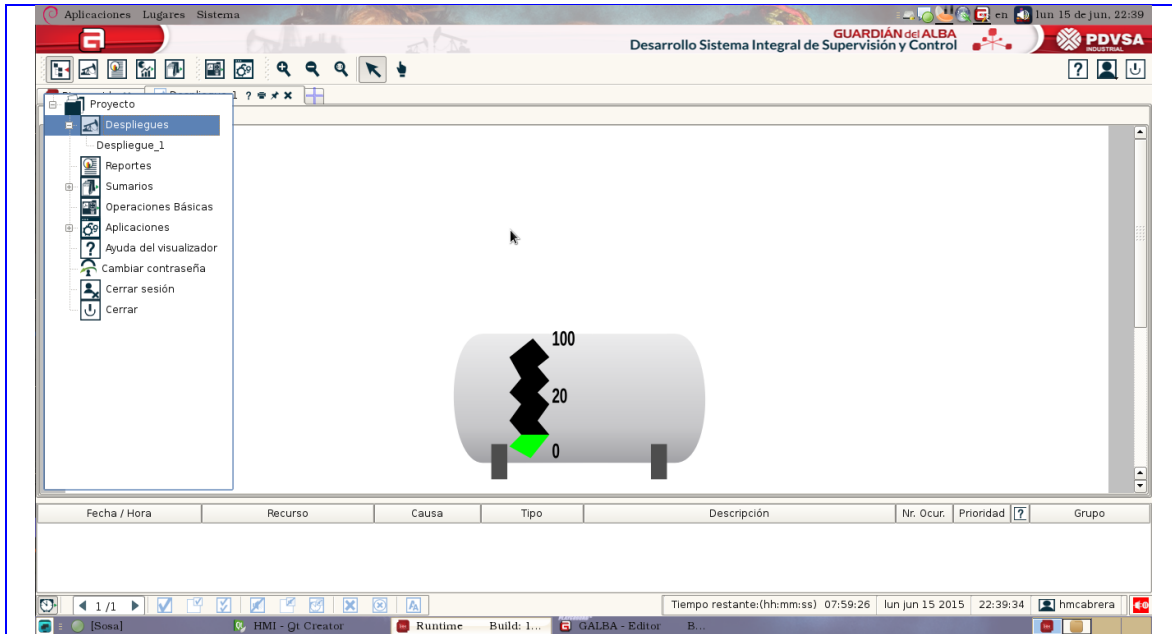
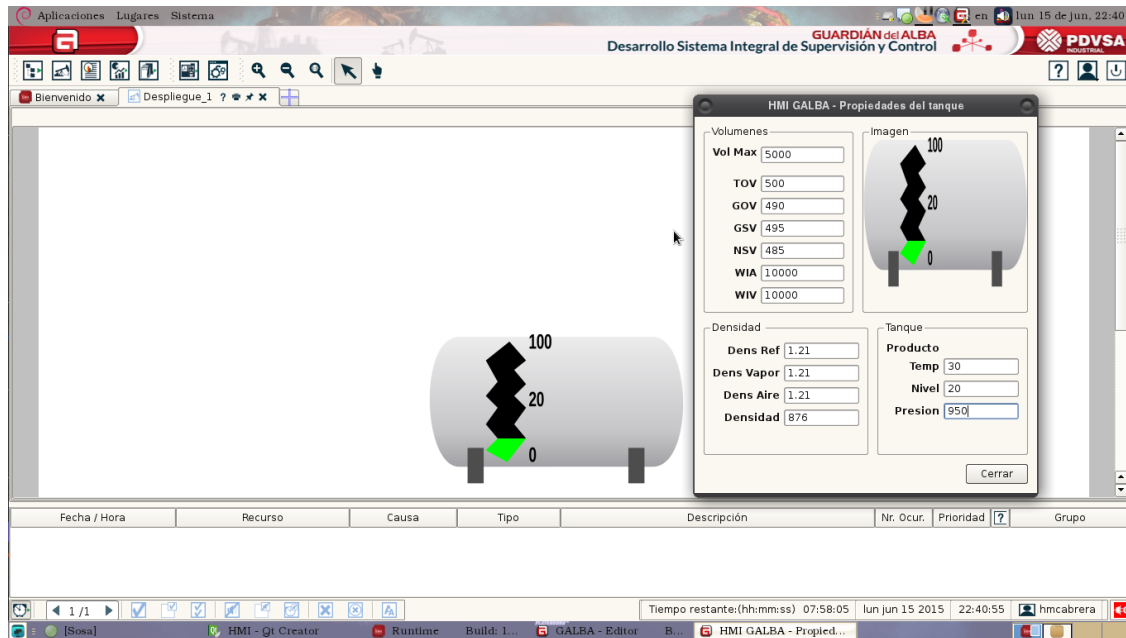
		campos (Interfaz 1).
4.1 Configurar componente tanque en el editor de despliegue		
1.		1.1 Si existe alguna medición sin adicionar, el sistema no deja adicionar las mediciones al tanque indicándole al mantenedor que falta mediciones por adicionar.
Prototipo de interfaz elemental de usuario		
Interfaz 1		
		
Relaciones	CU incluidos	No aplica
	CU extendidos	No aplica
Requisitos no funcionales	No aplica	
Asuntos pendientes	No aplica	

Tabla 3 Ejecutar el componente tanque en el Runtime

Objetivo	Configurar las propiedades del componente tanque.	
Actores	Mantenedor	
Resumen	Se inicializa cuando se carga el despliegue en el Runtime.	
Complejidad	Alta	
Prioridad	Alta	
Precondiciones	Debe estar ejecutándose el Runtime y todos los servicios del SCADA-GALBA.	
Postcondiciones	No aplica	
Flujo de eventos		
Flujo básico <Ejecutar el componente tanque en el Runtime>		
	Actor	Sistema
1.	1.1 El caso de uso inicia cuando el mantenedor carga el despliegue en el Runtime del SCADA-GALBA (Interfaz 1).	1.2 Debe permitir cargar el despliegue con todas las configuraciones en el Runtime.
2.	2.1. El mantenedor da clic derecho sobre el componente en el Runtime y selecciona la opción "Propiedades del Tanque" (Interfaz 2).	2.2. Debe mostrar una ventana con las mediciones calculadas en tiempo real de las mediciones y variables configuradas anteriormente en el editor de despliegue.
3.	3.1 El caso de uso termina cuando el mantenedor cierra el despliegue en el Runtime.	
Prototipo de interfaz elemental de usuario		
Interfaz 1		



Interfaz 2



Relaciones	CU incluidos	No aplica
	CU extendidos	No aplica
Requisitos no funcionales	No aplica	
Asuntos pendientes	No aplica	