



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍAS
APLICADAS**

**SISTEMA PARA VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN MAQUINARIA PESADA,
DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS DE MINERÍA
CONSERMIN S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN
MECATRÓNICA**

GISSELL KATHERINE ALBÁN MOREJÓN

DIRECTOR: ING. OMAR FLOR UNDA

Quito, Octubre 2014

DECLARACIÓN

Yo Gisell Katherine Albán Morejón, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Internacional del Ecuador, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Gisell Katherine Albán Morejón

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gisell Katherine Albán Morejón, bajo mi supervisión.

Ing. Omar Flor Unda
DIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, a mis padres Manuel y Clarita, y a mi hermana
Diana.

Gisell Katherine Albán Morejón

AGRADECIMIENTO

Agradezco inmensamente a Dios, por haberme apoyado en los momentos más difíciles, por siempre ayudarme a salir adelante y lograr mis objetivos.

Quiero dejar constancia de mi más sincero agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Mecatrónica, en donde durante los 5 años de estudio me realicé con valores, adquiriendo los conocimientos científicos, teóricos y prácticos, con innovación permanente que me serán de utilidad en mi vida profesional, para ponerlos en práctica y servir a diversas instituciones y de esta manera plasmar un mejor futuro para nuestra sociedad.

Agradezco también al Ing. Ramiro Brito, sin quien, la idea de estudiar Ingeniería Mecatrónica, tan solo sería un sueño.

De la misma manera, mi profundo agradecimiento a la empresa CONSERMIN S.A., que me facilitó la posibilidad de realizar prácticas pre profesionales y las investigaciones que están plasmadas en el presente proyecto de titulación.

Mi gratitud a mi familia, quienes fueron inspiradores en la construcción de mi personalidad, instrumento que permitió mantener mi espíritu de superación, para ellos dedico este nuevo logro académico.

Un agradecimiento especial al Ing. Carlos Silva, quien fue un motor esencial para la continuidad de mi proyecto de titulación.

Un agradecimiento al Ing. Omar Flor, mi asesor, quien ha sido guía para poder desarrollar el presente trabajo.

A mis compañeros y demás personas que conocí durante estos maravillosos cinco años, quienes han sido de mucha ayuda a lo largo de mi vida estudiantil.

Gisell Katherine Albán Morejón

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
RESUMEN	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
PRESENTACIÓN	XVII
CAPÍTULO 1	1
1.1. RESEÑA	1
1.2. MISIÓN	1
1.3. VISIÓN.....	2
1.4. ÁREAS DE EXPERIENCIA	2
1.5. POLÍTICAS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	3
1.5.1. COMUNIDAD.....	4
1.5.2. POLÍTICA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTE.....	4
1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA VÍA PIFO – PAPALLACTA.....	6
1.7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	7
1.8. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO	9
1.9. PROBLEMAS EXISTENTES EN EL ABASTECIMIENTO	9
1.10. ALCANCE DEL PROYECTO.....	11
CAPÍTULO 2	12
2.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD	12
2.2. QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)	13
2.3. PASOS DEL QFD	14
2.3.1. SELECCIONAR UN SERVICIO IMPORTANTE A MEJORAR.....	14

2.3.2.	OBTENER, EXTRAER, ORGANIZAR Y PRIORIZAR LA VOZ DEL CLIENTE	15
2.3.2.1.	Obtener la voz del cliente.....	15
2.3.2.2.	Clasificar las verbalizaciones.....	16
2.3.2.3.	Estructurar las necesidades del cliente.....	16
2.3.2.4.	Analizar la estructura de las necesidades del cliente.....	17
2.3.2.5.	Priorizar las necesidades del cliente.....	18
2.3.2.6.	Desplegar las necesidades priorizadas.....	20
2.3.2.7.	Analizar solo las relaciones prioritarias a detalle.....	21
2.3.3.	ESTABLECER LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO MEDIANTE LA MATRIZ DE RELACIONES.....	21
2.3.3.1.	Casa de la calidad.....	22
2.4.	ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL SISTEMA.....	23
2.5.	ANÁLISIS FUNCIONAL.....	24
2.5.1.	DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS FUNCIONAL.....	24
2.5.2.	DESARROLLO DE LOS DIAGRAMAS FUNCIONALES.....	25
2.5.3.	ANÁLISIS DE LOS DIAGRAMAS FUNCIONALES.....	26
2.5.4.	DIVISIÓN MODULAR.....	27
2.6.	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA CADA MÓDULO.....	28
2.6.1.	MÓDULO 1.....	28
2.6.2.	MÓDULO 2.....	29
2.6.3.	MÓDULO 3.....	30
2.6.4.	MÓDULO 4.....	31
2.6.4.1.	Transformación de energía.....	31
2.6.4.2.	Protecciones de voltaje y corriente.....	31
2.6.5.	MÓDULO 5.....	32
2.6.5.1.	Módulos RFID.....	32
2.6.5.2.	Módulos NFC.....	33
2.6.6.	MÓDULO 6.....	33
2.6.7.	MÓDULO 7.....	34
2.6.7.1.	Circuitos electrónicos.....	34
2.6.7.2.	Módulos Arduino.....	36
2.6.7.3.	Computadora a bordo.....	37
2.6.7.4.	Tarjeta SD.....	37
2.6.7.5.	Interfaz de usuario.....	38
2.7.	ALTERNATIVAS DE MÓDULOS.....	40
2.8.	EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS.....	41
CAPÍTULO 3	45
3.1.	ENTORNO NORMATIVO.....	45
3.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS A USAR.....	46
3.2.1.	FILTRO Y BOMBA PARA COMBUSTIBLE.....	46

3.2.2.	MEDIDOR DE FLUJO CON GENERADOR DE PULSOS	47
3.2.3.	MANGUERA RETRÁCTIL Y PISTOLA AUTOMÁTICA	48
3.2.4.	TRANSFORMADOR DE ENERGÍA Y PROTECCIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE	48
3.2.5.	MÓDULOS NFC.....	49
3.2.6.	PANTALLA TÁCTIL	50
3.2.7.	MÓDULOS ARDUINO	50
3.2.8.	TARJETA SD	51
3.2.9.	MÓDULOS XBEE	51
3.3.	ARMAZÓN DE PROTECCIÓN.....	52
3.4.	CABLEADO	53
3.5.	DETERMINACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS.....	53
3.6.	CONSIDERACIONES PARA EL ENSAMBLAJE	54
3.6.1.	ENSAMBLAJE MECÁNICO	54
3.6.2.	ENSAMBLAJE ELECTRÓNICO.....	55
3.6.3.	DIAGRAMA DEL ENSAMBLAJE.....	56
3.7.	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	57
3.8.	SIMULACIÓN DEL PROCESO	57
3.8.1.	WONDERWARE INTOUCH.....	58
3.8.2.	COMPONENTES DE INTOUCH	58
3.8.2.1.	Application Manager.....	58
3.8.2.2.	WindowMaker	59
3.8.2.3.	WindowViewer	60
3.8.3.	TAGNAMES.....	60
3.8.4.	COMUNICACIONES DDE	61
3.8.5.	ENLACE INTOUCH CON EXCEL	62
3.8.6.	VENTANAS (SIMULACIÓN)	64
CAPÍTULO 4	68
4.1.	PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA.....	68
4.2.	CONSIDERACIONES ANTE FALLOS	70
4.3.	CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	71
4.4.	MANUAL DE USUARIO	72
4.5.	SOPORTE PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	72
4.6.	EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE WONDERWARE INTOUCH.....	72
CAPÍTULO 5	84
5.1.	PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO.....	84
5.1.1.	COSTO DE LOS MATERIALES.....	84
5.1.2.	COSTO DE LA FABRICACIÓN.....	85
5.1.3.	COSTO DEL DISEÑO.....	85
5.1.4.	COSTO DE LAS PRUEBAS.....	85

5.1.5.	COSTO DE LOS IMPREVISTOS	86
5.1.6.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	86
5.2.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	87
5.2.1.	VALOR ACTUAL NETO (VAN)	88
5.2.2.	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	89
5.2.3.	TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL	89
5.2.4.	RELACIÓN COSTO/BENEFICIO (RCB)	90
CAPÍTULO 6	91
6.1.	CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	91
6.2.	CONCLUSIONES DEL SISTEMA DISEÑADO.....	93
6.3.	RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	94
6.4.	RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DISEÑADO	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

ANEXO B

CASA DE LA CALIDAD

ANEXO C

DIAGRAMAS DE NIVEL Y DIVISIÓN MODULAR

ANEXO D

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO E

ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD

ANEXO F

DIAGRAMA DEL ENSAMBLAJE

ANEXO G

MANUAL DE USUARIO

ANEXO H

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

ANEXO I

FLUJO DE FONDOS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE CONSERMIN S.A. Y DESCRIPCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Figura 1.1 Hoja de control diario de combustible	8
--	---

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA VÍA PIFO - PAPALLACTA

Figura 2.1 Resultados de la casa de la calidad.....	23
Figura 2.2 Diagrama funcional nivel 0.....	25
Figura 2.3 Diagrama funcional nivel 1.....	25
Figura 2.4 Diagrama funcional nivel 2.....	26
Figura 2.5 División modular.....	28
Figura 2.6 Filtro para diésel	29
Figura 2.7 Bomba para combustible	29
Figura 2.8 Medidor de flujo para combustible con generador de pulsos	30
Figura 2.9 Manguera retráctil 1"	30
Figura 2.10 Pistola automática	31
Figura 2.11 Módulo RFID.....	32
Figura 2.12 Módulo NFC.....	33
Figura 2.13 Pantalla táctil.....	34
Figura 2.14 Placa Arduino	36
Figura 2.15 Tarjeta SD.....	38
Figura 2.16 XBEE Pro	39

CAPÍTULO 3. SISTEMA DE CONTROL

Figura 3.1 Diagrama del ensamblaje.....	56
Figura 3.2 Application Manager InTouch	59
Figura 3.3 WindowMaker InTouch	59
Figura 3.4 WindowViewer InTouch.....	60
Figura 3.5 Diccionario de Tags.....	61
Figura 3.6 Definición de un Tag tipo I/O	62
Figura 3.7 "Access Names"	63
Figura 3.8 Ventana "Access Names"	63

Figura 3.9 Ventana “Access Names” configurada para enlace con Excel	64
Figura 3.10 Ventana Principal “Abastecimiento de Combustible”	65
Figura 3.11 Ventana “Esquema de conexión del Sistema”	65
Figura 3.12 Ventana “División Modular”	66
Figura 3.13 Ventana “Simulación del Proceso”	66
Figura 3.14 Ventana “Datos Recibidos”	67

CAPÍTULO 4. CONSIDERACIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Figura 4.1 Calibración del medidor de flujo	69
Figura 4.2 Ícono de acceso directo a la simulación “Proyecto Combustible”	73
Figura 4.3 Selección “Obtención de Datos”	73
Figura 4.4 Accionamiento del tanquero.....	74
Figura 4.5 Alimentación de voltaje al medidor	75
Figura 4.6 Alimentación a equipos electrónicos.....	75
Figura 4.7 Alimentación a equipos electrónicos.....	76
Figura 4.8 Lector NFC.....	77
Figura 4.9 Accionamiento del gatillo de la pistola.....	77
Figura 4.10 Sensor en funcionamiento	78
Figura 4.11 Equipo abastecido	79
Figura 4.12 Pantalla táctil.....	79
Figura 4.13 Almacenamiento 1 y 2	80
Figura 4.14 Simulación lista para registrar nueva carga	80
Figura 4.15 Ventana “Simulación del Proceso” con mensajes de ayuda	81
Figura 4.16 Datos recibidos tras la última carga realizada.....	81
Figura 4.17 Botón Excel.....	82
Figura 4.18 Archivo “Registro” Datos Recibidos en Excel	82

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE CONSERMIN S.A. Y DESCRIPCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Tabla 1.1 Registro mensual de compra de combustible en el año 2012	6
Tabla 1.2 Registro mensual de salida de combustible desde bodegas en el año 2012	7

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA VÍA PIFO - PAPALLACTA

Tabla 2.1 Tabla de Segmentación de Cliente	14
Tabla 2.2 Tabla con la voz del cliente	15
Tabla 2.3 Tabla con la clasificación de las verbalizaciones.....	16
Tabla 2.4 Tabla con la estructuración de las necesidades de cliente	17
Tabla 2.5 Tabla con el análisis de la estructuración de las necesidades del cliente.....	17
Tabla 2.6 Tabla con la priorización de las necesidades del cliente.....	19
Tabla 2.7 Tabla con el despliegue de las necesidades priorizadas	20
Tabla 2.8 Matriz de relaciones	22
Tabla 2.9 Especificaciones técnicas del diseño.....	23
Tabla 2.10 Alternativas de módulos	40
Tabla 2.11 Evaluación del peso específico de cada criterio	42
Tabla 2.12 Evaluación del peso específico del criterio confiabilidad.....	42
Tabla 2.13 Evaluación del peso específico del criterio manipulación.....	42
Tabla 2.14 Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento	43
Tabla 2.15 Evaluación del peso específico del criterio precio.....	43
Tabla 2.16 Evaluación del peso específico del criterio montaje.....	43
Tabla 2.17 Tabla de conclusiones	44

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRESUPUESTO

Tabla 5.1 Costo de los materiales.....	84
Tabla 5.2 Costo de la fabricación.....	85
Tabla 5.3 Costo de las pruebas.....	86
Tabla 5.4 Costo Total	86
Tabla 5.5 Flujo de Fondos correspondiente al sistema a implementar	88

RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño de un sistema de adquisición de datos para el control logístico en bodega del abastecimiento de combustible en la maquinaria pesada, de la empresa Construcciones y Servicios de Minería CONSERMIN S.A.

Debido a la falta de información real y confiable de los registros manuales de abastecimiento, resultó indispensable realizar análisis e investigaciones para determinar los problemas a resolver.

Mediante la gestión de la calidad, se determinaron diversas alternativas de solución para los diversos problemas que presenta la empresa con respecto al abastecimiento de combustible.

A través de varios análisis se optó por diseñar un sistema que permita llevar el control del abastecimiento, en modo semiautomático, transfiriendo la información de forma inalámbrica, siendo éste un sistema confiable y de bajo costo.

Se utilizó un software para realizar una simulación, lo más parecido a la realidad, de tal manera que se pueda determinar y verificar la funcionalidad del sistema.

Al final del proyecto, se realizó un análisis económico para determinar la rentabilidad o no del mismo.

Una vez culminado el presente proyecto, se lo presentará a la empresa en virtud de decidir si se procede o no a la implementación.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de almacenaje y distribución de diésel que realiza la Empresa CONSERMIN S.A. mediante dispensadores portátiles, los mismos que abastecen a una flota de maquinaria pesada que se utiliza en la ejecución de los diferentes proyectos que la empresa mantiene con los contratistas, surgen diferentes problemas en el tratamiento y buen manejo del combustible: pérdidas causadas por la presión y almacenaje indebido en los tanques de almacenamiento, evaporación del hidrocarburo, mal manejo del abastecimiento a la flota de trabajo, deficiente control de inventario en el hidrocarburo distribuido, falta de control técnico tanto analítico como de seguridad, falta de reportes que justifiquen el uso adecuado del hidrocarburo por proyecto, falta de registros individualizados por maquinaria y de un sistema global de control y seguimiento del abastecimiento del carburante de la flota, deficiente implementación tecnológica tanto en los dispensadores como en la flota.

Con esta investigación, usando la metodología de campo¹, se estableció que existen deficiencias en el control interno del abastecimiento del hidrocarburo por proyecto, debido a que toda la operación de distribución del carburante se lo realiza en forma manual y que los registros de las operaciones diarias no son manejados oportunamente, esto ha provocado un malestar en los directivos de la Empresa CONSERMIN S.A., desconfiando de la información que se genera en el proceso de abastecimiento a la flota de trabajo y que por esta razón existan pérdidas económicas que no permiten tomar decisiones por falta de un control técnico: normas, seguridad, mecánico, electrónico, informático y de control en el proceso.

El estudio fundamental consiste en el diseño, selección de dispositivos, simulación, análisis económico y presupuesto de un sistema que permita tener acceso a la información proporcionada por los dispensadores de combustible y de cada una de las máquinas que operan en los diversos proyectos. La futura implementación del sistema logrará un mejor control que permita llevar el registro de las cargas

¹ Recolección de datos

realizadas de forma semiautomática, de tal manera que no existan pérdidas o irregularidades al momento de dispensar el combustible.

La investigación pretende hallar una solución de ingeniería óptima y práctica para el problema presentado por la empresa CONSERMIN S.A., mediante el uso de sensores, dispositivos electrónicos y el conocimiento adquirido durante la formación académica, que permitan verificar el expendio correcto de combustible en la maquinaria pesada de la empresa.

a) Objetivo General

Diseñar un sistema mecatrónico que permita llevar un control y registro de manera semiautomática al momento de dispensar diésel en las maquinarias de una obra.

b) Objetivos Específicos

- Usar la metodología del Despliegue de la Función de Calidad y sus herramientas, con el fin de diseñar un sistema a la medida, según las necesidades del cliente.
- Proporcionar, mediante el diseño, una alternativa de solución accesible, de bajo costo y sencilla de implementar, considerando los requerimientos de la empresa.
- Realizar el diseño mediante el análisis y selección de dispositivos electrónicos adecuados que proporcionen la precisión requerida.
- Utilizar normas y estándares para el correcto manejo de equipos y futura implementación del sistema, debido que se trabaja con combustible.
- Suministrar herramientas computacionales a la empresa para realizar seguimiento a posibles anomalías en el expendio de combustible o fraudes mediante la información adquirida.
- Simular el proceso con la ayuda de un software especializado.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto está dividido en cinco capítulos, en los cuales se desarrolla toda la investigación necesaria para el diseño del sistema.

El capítulo 1 abarca los antecedentes de la empresa CONSERMIN S.A. y la descripción del abastecimiento del combustible en la diversa maquinaria. En él se presenta la justificación e importancia de la investigación y se obtienen datos reales del actual abastecimiento, así como los distintos problemas encontrados y el alcance del proyecto.

En el capítulo 2 se utiliza la metodología del Despliegue de la Función de Calidad para determinar las necesidades del cliente, con el fin de hallar posibles soluciones del diseño del sistema. Se divide al sistema en módulos para su mejor análisis y comprensión. Además, se ofrecen alternativas para cada módulo y se obtiene la solución más óptima para implementar.

En el capítulo 3 se describe el sistema de control, cada uno de los dispositivos que intervienen en la solución establecida y se detalla el ensamblaje tanto mecánico como electrónico. También se describe el software para realizar la simulación.

En el capítulo 4 se describen las consideraciones para la puesta en marcha del sistema y la simulación del mismo con la respectiva programación de los elementos en un HMI².

El capítulo 5 comprende el presupuesto del proyecto y el análisis económico que determina la rentabilidad del proyecto.

En el capítulo 6 se puntualizan las conclusiones y recomendaciones halladas a partir de la realización del proyecto.

² HMI – Human Machine Interface. Interfaz Humano - Máquina

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES DE CONSERMIN S.A. Y DESCRIPCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

1.1. RESEÑA

CONSERMIN³ S.A. es una empresa constructora fundada en el año de 1990 y dedicada a la construcción de carreteras, puentes, edificaciones, canales de conducción, instalación de tubería, montajes industriales, producción de agregados pétreos, puertos marítimos, aeropuertos, entre otros.

CONSERMIN S.A. cuenta con una flota de equipos maquinaria y vehículos de más de 400 unidades entre excavadoras, tractores, camiones de volteo, motoniveladoras, rodillos compactadores, trituradoras, plantas de asfalto, plantas de hormigón, terminadoras de asfalto, cargadoras, generadores, grúas, etc.

CONSERMIN S.A. ha participado en proyectos de construcción de gran envergadura en todo el país, tanto para el sector público como privado. Sus principales clientes son el Ministerio de Transportes y Obras Públicas, la Empresa Metropolitana de Obras Públicas, municipios, empresas petroleras, mineras y empresas constructoras multinacionales.

1.2. MISIÓN

Satisfacer las necesidades de construcción de obras civiles, mecánicas, de infraestructura petrolera y servicios de minería, tanto para el sector público como privado, con gran profesionalismo, responsabilidad, calidad en los servicios y eficiencia en sus operaciones, utilizando los mejores equipos y tecnología, respetando el medio ambiente y las comunidades de nuestro entorno.

³ CONSERMIN Construcciones y Servicios de Minería

1.3. VISIÓN

Ser la compañía de construcciones y servicios de minería líder en calidad en el mercado nacional y expandir nuestra participación al mercado internacional, manteniendo siempre nuestros valores y principios éticos, buscando constantemente la innovación, eficiencia y desarrollo tecnológico.

1.4. ÁREAS DE EXPERIENCIA

A lo largo de sus años de vida, Consermin S.A. ha participado en más de 50 proyectos de construcción y se ha desempeñado con éxito en las siguientes áreas de trabajo:

- Excavaciones e Infraestructura para Canales de Riego y Agua Potable
 - Excavación de Zanjias
 - Entibados
 - Instalación Tubería
 - Obras auxiliares de Hormigón
 - Estaciones y Facilidades
- Construcción y Mejoramiento de Vías
 - Apertura y desbroce
 - Pavimentos
 - Asfaltos
 - Hormigones
 - Puentes
 - Drenajes
- Aeropuertos
 - Construcción
 - Mantenimiento
 - Ampliaciones
- Servicios e Infraestructura para el área Petrolera
 - Vías de Acceso

- Plataformas de exploración
- Oleoductos
- Infraestructura y facilidades
- Servicios e Infraestructura para el área Minera
 - Infraestructura y Facilidades
- Obras Marinas
 - Puertos
 - Dragados
 - Construcción de Infraestructura Marina
- Movimiento de Suelos
 - Plataformas para infraestructura petrolera
 - Drenajes
 - Diques
 - Canales
 - Excavación
- Producción de Agregados Pétreos
 - Trituración
 - Voladura
- Construcción de Edificaciones
 - Diseño Arquitectónico y Estructural
 - Excavación y Desalojo
 - Cimentación
 - Construcción

1.5. POLÍTICAS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Conscientes del cumplimiento legal en materia de Seguridad, Salud y Ambiente CONSERMIN S.A mantiene programas de prevención de riesgos para el personal propio y subcontratistas, los mismos que nos permiten identificar, evaluar y controlar los riesgos para evitar la generación de enfermedades profesionales, accidentes e incidentes laborales.

Actualmente Consermin S.A. se encuentra implementando el Sistema de Gestión Integrado "Modelo Ecuador". El contar con un modelo de Gestión en Seguridad, Salud y Ambiente presenta ventajas competitivas en la productividad de la empresa y la disminución de los accidentes y enfermedades laborales.

El reglamento Interno de Seguridad, Salud y Ambiente aprobado por el Ministerio de Relaciones Laborales ha permitido que todos los trabajadores estén informados de las medidas preventivas que se debe tomar para cada uno de los factores de riesgos a los que se encuentran expuestos, disminuyendo los índices de accidentalidad.

Un proyecto sin accidentes de trabajo garantiza mayor confianza a su personal, brinda un mejor ambiente de trabajo, un entorno saludable y relajado para todos.

La utilización adecuada y permanente de los equipos de protección personal, el cumplimiento de la Legislación Vigente en Prevención de Riesgos Laborales, relacionada con las actividades de la Empresa, el cumplimiento de procedimientos, normas y capacitación permanente a nuestro personal ha permitido realizar nuestro trabajo sin accidentes

1.5.1. COMUNIDAD

El apoyo al desarrollo de las comunidades que se encuentran en el entorno donde Consermin S.A. realiza sus obras es parte primordial de su programa de "Comunidad y Medio Ambiente" a través del cual, la empresa ha construido infraestructura para escuelas, centros de salud y canchas deportiva.

1.5.2. POLÍTICA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTE

La Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental de las operaciones de construcción vial y servicios de minería, constituyen altas prioridades para CONSERMIN S.A., el desempeño de éstas, se fundamenta en la mejora continua en todos nuestros procesos.

Las operaciones y actividades de la empresa, cumplen con los requisitos legales, políticas, procedimientos, estándares y prácticas aplicables a la Gestión de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental.

Los posibles peligros asociados con la empresa, sus actividades y servicios, así como las medidas de seguridad implementadas, son comunicados y socializados a los trabajadores, contratistas y comunidades de las áreas de influencia directa de sus operaciones.

Con la puesta de práctica de programas de preparación y respuesta ante emergencias, la empresa promueve un manejo adecuado de las situaciones y eventos de crisis.

Todos los trabajadores y contratistas de la empresa, son responsables de cumplir las disposiciones de Seguridad Industrial, Salud Ocupacional y Gestión Ambiental, relativas a su actividad, notificar oportunamente cualquier incidente o accidente ocurrido y reportar cualquier peligro presente en el sitio de trabajo.

La empresa proporciona respuestas oportunas a requerimientos y recomendaciones a peligros presentes en el lugar de trabajo, así como la toma de acciones oportunas para minimizar o controlar los riesgos, en base a métodos, procedimientos y procesos técnicamente probados y económicamente viables.

La empresa asegura el compromiso de mejoramiento continuo en el desempeño de la SSA, a través de la implantación de programas de capacitación, toma de conciencia, evaluación, análisis, monitoreo de la designación de responsabilidades en todos sus niveles.

La empresa evalúa innovaciones tecnológicas en todos sus procesos con el fin de minimizar los riesgos laborales y los impactos ambientales.

Además asignará los recursos económicos y humanos en todos sus frentes de trabajo, para lograr los objetivos planteados en materia de prevención de riesgos laborales.

El cumplimiento de la política de SSA y todos los aspectos relacionados con esta, es responsabilidad de todos los empleados y contratistas de la empresa y son verificados a través de auto evaluaciones y auditorias, así mismo están a disposición de las partes interesadas.

1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA VÍA PIFO – PAPALLACTA

El combustible es uno de los activos más valiosos para cualquier empresa, ya sea constructora, de transporte de cargas, de transporte de pasajeros, etc. Controlar el uso del mismo se convierte en algo fundamental a la hora de evaluar costos.

La empresa CONSERMIN S.A. invierte un monto anual aproximado de alrededor de \$3'500.000,00, en diésel para las maquinarias, cuyos datos se muestran mensualmente en la Tabla 1.1 (se toma como ejemplo un año calendario). Las bodegas de la empresa CONSERMIN S.A. registran la cantidad de diésel que se dispensa a las máquinas, estos datos se muestran mensualmente en la Tabla 1.2.

Tabla 1.1 Registro mensual de compra de combustible en el año 2012

MES	COMPRA DE COMBUSTIBLE
Enero	\$235 157,32
Febrero	\$243 499,00
Marzo	\$256 935,86
Abril	\$258 933,14
Mayo	\$421 787,65
Junio	\$351 127,55
Julio	\$264 369,82
Agosto	\$309 191,72
Septiembre	\$269 568,64
Octubre	\$348 285,92
Noviembre	\$305 873,47
Diciembre	\$247 114,40
TOTAL ANUAL	\$3 511 844,49

Fuente: Auditoria Interna CONSERMIN S.A.

Tabla 1.2 Registro mensual de salida de combustible desde bodegas en el año 2012

MES	EGRESOS DE BODEGA
Enero	\$270 435,40
Febrero	\$244 459,75
Marzo	\$266 749,45
Abril	\$228 035,41
Mayo	\$369 812,08
Junio	\$342 599,02
Julio	\$299 461,66
Agosto	\$285 634,39
Septiembre	\$287 796,51
Octubre	\$322 493,91
Noviembre	\$329 255,34
Diciembre	\$233 449,12
TOTAL ANUAL	\$3 480 182,04

Fuente: Auditoria Interna CONSERMIN S.A.

Los datos anteriormente presentados representan una diferencia de \$31 662,55, lo cual constituye una pérdida económica para la empresa, que si bien es mínima, requiere una solución para optimizar los recursos dedicados al control de esta tarea.

1.7. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Actualmente, CONSERMIN está realizando la ampliación de la vía Pifo – Papallacta, por lo que la empresa destinó a dicho proyecto un tanquero de combustible de 2000 galones y 36 máquinas para llevar a cabo el proceso de construcción, entre ellas se encuentran: volquetas, tractores, excavadoras, motoniveladoras, generadores, trituradores, etc.

Los equipos involucrados actualmente en el proceso de abastecimiento manual son:

- Una bomba de agua
- Un contador mecánico de flujo
- Una pistola manual
- Una manguera

El proceso de abastecimiento de combustible en dichas máquinas es el siguiente:

Un operador conduce el tanquero a lo largo de los 35km de la vía abasteciendo a cada máquina que se encuentre trabajando en ésta. Este proceso se lo realiza en dos turnos, uno en la mañana y otro por la noche y tiene una duración de aproximadamente 3 horas por turno.

El tanquero se aproxima a la maquinaria, lo más cerca posible, y el operador de éste inserta la manguera en el depósito de combustible correspondiente.

El combustible fluye lentamente al inicio, es por eso que se apoyan en una bomba de agua, la cual permite que éste circule con mayor velocidad. Mientras el combustible es dispensado a través de la manguera y la pistola manual, un contador mecánico marca la cantidad de galones abastecidos, y es el operario del tanquero, el encargado de registrar dicho dato en una hoja de papel, con otros datos como fecha, hora, responsable, kilometraje/horómetro registrado al momento y la firma del operador de la maquinaria.

Una vez que el tanquero abastece a todas las máquinas, el operario lleva la hoja de registro a la bodega, misma que se muestra en la figura 1.1, para proceder a cargar esa información al sistema SAP ERP⁴.

PROYECTO:		FRETE:		HOJA _____ DE _____		000168					
FECHA: 04-05-2013.		EQUIPOS PROPIOS		TURNOS: DIURNO: <input type="checkbox"/> NOCTURNO: <input checked="" type="checkbox"/>	CÓDIGO CAMIÓN: CL-20-106		ABASTECEDOR: P. Hernandez	FIRMA: <i>[Firma]</i>			
N°	CÓDIGO EQUIPO	DESCRIPCIÓN	HORÓMETRO / KILOMETRAJE	HORÓMETRO / KILOMETRAJE	HORA	HORA	CANTIDAD		RECEPTOR / OPERADOR - CONDUCTOR		Ajuste
							DIESEL	NOMBRE	FIRMA		
1	Vo-10-110	Valqueta Hino	72484	72745	18:10	06:10	45	45	Guillermo Salis	<i>[Firma]</i>	
2	Tr-32-106	Tractor Komatsu	3444		20:25		50		Fredy Busay	<i>[Firma]</i>	
3	Ex-35-103	Excavador Demuro	285		20:30		85		Jose Yancarlo	<i>[Firma]</i>	
4	Vo-16-129	Valqueta Mack	56399	56698	20:35	06:35	75	75	Washington Chala	<i>[Firma]</i>	
5	Vo-10-119	Valqueta Hino	69216		20:42		25		Joaquin Erazo	<i>[Firma]</i>	
6	Vo-16-133	Valqueta Mack	43239	43537	21:15	06:40	95	65	Juis Cavallos	<i>[Firma]</i>	
7	Vo-16-122	Valqueta Mack	44103		21:20		95		Edwin Gayes	<i>[Firma]</i>	
8	Vo-16-115	Valqueta Mack	50681		21:25		65		Claudio Pilingo	<i>[Firma]</i>	
9	Vo-12-129	Valqueta Hino	260223		21:30		45		Juis Flores	<i>[Firma]</i>	
10	Vo-12-119	Valqueta Hino	320364		21:35		40		Juis Penla	<i>[Firma]</i>	

Figura 1.1 Hoja de registro diario de combustible
Fuente: Proyecto Pifo - Papallacta

Es importante recalcar, que el proceso de registro de combustible despachado en cada maquinaria, se lo realiza de forma manual y es propenso a fallos; adicionalmente, se realizan reajustes para tratar de coincidir la cantidad que sale de

⁴ Solución de software integrado que incorpora las funciones de la clave del negocio de una organización, para un mejor manejo de las distintas áreas.

bodega, con la cantidad que entra en cada máquina diariamente, de esta manera se cubren las pérdidas reales que existen, las cuales pueden incluso llegar a ser mayores, pero debido a la forma en que se lleva el proceso, no se puede conocer un dato 100% real.

1.8. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO

Es una representación gráfica utilizada para mostrar la secuencia de pasos que se realizan para llegar a un cierto fin. Ayuda a entender el funcionamiento de un proceso antes de tomar una solución. Resulta de gran utilidad para examinar cómo se relacionan entre sí las distintas fases de un proceso.

El diagrama de flujo del proceso se encuentra en el anexo A.

1.9. PROBLEMAS EXISTENTES EN EL ABASTECIMIENTO

Mediante las visitas realizadas al campamento de la obra, los testimonios del personal de la Gerencia de Costos, la Gerencia Administrativa-Financiera, la Gerencia de Compras y el Superintendente que actualmente regula la obra, se confirmaron los siguientes problemas:

- Existe poca confiabilidad en la información registrada manualmente al momento del abastecimiento, debido a que en ocasiones los operarios alteran los datos obteniendo así un beneficio propio.
- La recopilación de la información se registra de forma manual, la cual es propensa a errores de escritura por parte del operario. Además, dicha hoja de registro debe soportar las condiciones climáticas que se den al momento del abastecimiento, por ejemplo, la lluvia.
- Existe extracción manual de combustible desde las máquinas. Algunas veces, este proceso es supervisado, pero el resto del tiempo, el proceso no puede ser debidamente comprobado, ya que las máquinas se encuentran trabajando en obra.

- No existe un proceso adecuado y normalizado al momento de abastecer la maquinaria. Este fue un punto prominente, debido a que se pudo constatar que, la única manera de saber que el tanque dispensado está lleno, es cuando el combustible empieza a derramarse, es entonces cuando se suelta el seguro de la pistola mecánica para cortar el paso del diésel.
- No existe un control eficiente sobre el inventario de combustible distribuido, ya que la empresa no cuenta con personal que se encargue de procesar la información obtenida para indagación de posibles sucesos, fuera de aquellos que son considerados normales; por ejemplo, mermas.
- Existen pérdidas causadas por el almacenaje inadecuado de combustible, debido a que no es un proceso normalizado y tampoco cuenta la empresa con una comisión que regule este proceso.
- La falta de mantenimiento a los tanques de distribución es un problema bastante evidente, ya que se puede constatar el mal estado en el que se encuentran dichos equipos. Sin embargo, los tanques estacionarios sí reciben un mantenimiento adecuado cada cierto tiempo. Pero al no contar con un filtro para combustible y no realizar una limpieza al tanquero, provoca que el diésel se contamine nuevamente, causando así, malfuncionamiento y daños en los dispositivos que intervienen, como el contador mecánico, debido a que el diésel es uno de los combustibles que mayor cantidad de impurezas posee.
- Uno de los problemas que surgen frecuentemente en la empresa, es el repentino fallo de los contadores mecánicos de flujo. Los operadores atribuyen dicho problema a la mala calidad de los equipos adquiridos, y por otro lado, el personal administrativo de la obra, acusa que son los operadores quienes, con fines fuera de los de la empresa, afectan el funcionamiento normal de los dispositivos.
- El problema anteriormente mencionado, surge por la falta de un sistema global de control y seguimiento del proceso de abastecimiento, mismo que se encargue de normalizar, inspeccionar y de ser el caso, intervenir, para que de esta manera se puedan cortar los problemas de raíz.

- El sistema actual de recolección de datos por medio de registros manuales es obsoleto, lo cual impide la posibilidad de llevar un registro óptimo.
- Otro problema importante, es que el camión abastecedor no se encuentra en buen estado, debido a que no se realiza un mantenimiento preventivo y en algunas ocasiones correctivo, que normalmente se debería efectuar. Esto provoca que en algunas ocasiones, el tanquero deba permanecer detenido, viéndose los operadores, obligados a encontrar otras formas de dispensar combustible, por ejemplo, a través del tanque de una volqueta y extrayendo el combustible de ella para dispensar a las demás maquinarias.
- Se conoce que otro problema que afecta al correcto abastecimiento de combustible, es la falta de compromiso con la causa, es decir, muchas veces los operarios no muestran interés por el asunto, es por eso que el personal administrativo sospecha que ellos, no hacen llegar el combustible a los tanques de las maquinarias de la empresa, sino que está siendo desviado con otros fines.
- Finalmente, un problema un poco menos relevante son las mermas, estas son pérdidas normales, ocasionadas por la temperatura, la evaporación o el transporte del combustible.

1.10. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance de este proyecto de titulación, procura realizar exclusivamente, el análisis técnico, el diseño del sistema y la simulación del proceso de abastecimiento a partir de la propuesta de solución obtenida. Además, abarca el análisis económico, el presupuesto referencial y consideraciones necesarias para su futura implementación.

Debido a la falta de flujo de efectivo destinado al proyecto por parte de la empresa CONSERMIN S.A., ya que cambiaron las prioridades financieras de inversión de la empresa, el proyecto no pudo culminar con su fase de implementación. Por lo que, una vez finalizado el presente proyecto, se lo presentará a la empresa con el fin de que se considere o no la ejecución del mismo.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN EL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LA VÍA PIFO – PAPALLACTA

2.1. GESTIÓN DE LA CALIDAD

El camino que nos lleva hacia la calidad total crea una cultura totalmente distinta, establece y mantiene un liderazgo, desarrolla al personal y lo hace trabajar en equipo, además de enfocar los esfuerzos de calidad total hacia el cliente y a planificar cada uno de los pasos para lograr la excelencia en sus operaciones. El hacer esto, exige vencer obstáculos que se irán presentando a lo largo del camino. Estos obstáculos, traducidos en problemas, se deben resolver conforme se presentan. Para esto es necesario basarse en hechos, en el sentido común, en la experiencia o la audacia. De allí surge la necesidad de aplicar herramientas de medición, análisis y resolución de problemas.

Entre metodologías de la gestión de la calidad se encuentran:

- Rutas de la calidad
- TQM (Total Quality Management)
- 6 Sigma
- QFD (Quality Function Deployment)

La metodología de la ruta de la calidad, es una herramienta que se utiliza frecuentemente para lograr el mejoramiento continuo de la calidad de los procesos. Ésta metodología se basa en el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) y proporciona un procedimiento basado en hechos y datos para el análisis y solución de problemas significativos en las organizaciones.

Una definición básica de la metodología de la gestión de calidad total (TQM) describe un enfoque de gestión para el éxito a largo plazo a través de la satisfacción del

cliente. En un esfuerzo de la TQM, todos los miembros de una organización participan en la mejora de procesos, productos, servicios y la cultura en la que trabajan.

Una metodología muy conocida de la gestión de calidad es 6 Sigma, la cual se enfoca en la mejora de procesos y en la reducción de la variabilidad de los mismos, con el fin de reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades, entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

La metodología QFD es de gran utilidad porque se aplica a servicios, productos de consumo a la medida, enfocados únicamente a las necesidades del cliente, cumpliendo todos sus requerimientos y demandas a un precio razonable.

Para el presente proyecto, se usará la metodología QFD y sus herramientas para procesar la información obtenida por parte de la empresa Consermin S.A., misma que ayudará a identificar los requerimientos del cliente y ser traducidos a voz de diseño.

2.2. QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)⁵

La Asociación Latinoamericana de QFD lo define como un sistema que busca focalizar el diseño de los productos y servicios en dar respuesta a las necesidades de los clientes. Esto significa alinear lo que el cliente requiere con lo que la organización produce.

El QFD permite a una organización entender la prioridad de las necesidades de sus clientes y encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades, a través de la

⁵ Despliegue de la función de calidad

mejora continua de los productos y servicios en búsqueda de maximizar la oferta de valor.⁶

2.3. PASOS DEL QFD

Para desarrollar el QFD se siguen una serie de pasos. Cada uno de ellos cuenta con diversas herramientas aplicativas según el caso, mismas que se describirán en los subcapítulos a continuación.

2.3.1. SELECCIONAR UN SERVICIO IMPORTANTE A MEJORAR

Para la selección del servicio a mejorar, se usará la Tabla de Segmentación de Cliente (TSC) (Tabla 2.1). La cual consiste en una herramienta de planeación que sirve para identificar a los clientes de un producto o servicio bajo diferentes escenarios. El método de 5W1H (preguntar quién, qué, cuándo, dónde, por qué y cómo) es ideal para realizar dicho proceso.

Tabla 2.1 Tabla de Segmentación de Cliente

¿Quién?	¿Qué?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?
Operarios del tanquero	Abasteciendo de combustible la maquinaria de la empresa	Turnos diurnos y nocturnos	Construcción vía Pifo – Papallacta	Registro de combustible	Mediante el proceso manual
Operarios de maquinarias	Recibiendo combustible en sus maquinarias	Turnos diurnos y nocturnos	Construcción vía Pifo – Papallacta	Diésel necesario para operar	Mediante el proceso manual
Personal administrativo	Reportando los procesos realizados	Días laborables	Sede CONSERMIN	Registro para obtener reportes	Mediante los datos obtenidos
Personal financiero	Realizando reportes financieros	Días laborables	Sede CONSERMIN	Registro para realizar análisis financiero	Mediante los datos se requiere un mejor registro

Fuente: Propia

⁶ “Qué es QFD? Descifrando el despliegue de la función de calidad.” Qfdlat.com. Francisco Tamayo Enríquez y Verónica González Bosch. Asociación Latinoamericana de QFD. México. 2 de octubre de 2014. <http://www.qfdlat.com/Imagenes/QFD.pdf>

Se puede obtener entonces que el cliente potencial, o mayor motivador para obtener el beneficio del sistema es el personal financiero, debido a que es ahí en donde se encuentran anomalías en el proceso de abastecimiento, a nivel de costos. Por lo que se enfocan los recursos y la alternativa de solución para el diseño del sistema, a dichos clientes prioritarios.

2.3.2. OBTENER, EXTRAER, ORGANIZAR Y PRIORIZAR LA VOZ DEL CLIENTE

Para este proceso se utiliza la metodología Blitz QFD⁷ que permite alinear los recursos con las verdaderas necesidades del cliente. Consta de los siguientes pasos:

2.3.2.1. Obtener la voz del cliente

Esto implica visitar y preguntar lo que el cliente necesita, por lo que se realizó una encuesta informal a los operarios del sistema, el personal administrativo de la obra y el personal administrativo-financiero de la empresa, de lo cual se obtuvo:

Tabla 2.2 Tabla con la voz del cliente

Operarios del Sistema	Personal administrativo de la obra	Personal administrativo-financiero de la empresa
“Que el proceso sea automático”	“Que los elementos sean fácilmente reemplazables”	“Que sea confiable”
“Que no sea difícil de usar”	“Que el mantenimiento no sea complicado”	“Que la información sea real”
“Que sea bonito”	“Que el sistema sea seguro y no comprometa la integridad de los operarios”	“Que los datos lleguen a SAP”
“Que no cueste mucho”	“Que sea resistente a condiciones climáticas”	“Que el sistema sea de bajo costo ”
“Que no se dañe fácilmente”	“Que no esté tan visible”	“Que posea una pantalla táctil para registrar los datos”
“Que no requiera mucho cuidado”	“Que sea estético”	“Que los operarios no puedan penetrar el sistema”

Fuente: Propia

⁷ Blitz QFD, consiste en una técnica de ahorro de tiempo desarrollado en los EE.UU. en los últimos años.

2.3.2.2. Clasificar las verbalizaciones

El objetivo es clasificar las verbalizaciones por temas afines, debido a que a veces hay "voces del cliente" similares y en algunos casos, otras son complementarias u opuestas.

Algo importante es que éste no es un estudio cuantitativo, sino cualitativo. No interesa en esta etapa las estadísticas sobre "el número de verbalizaciones de cada tipo", sino más bien clasificar las verbalizaciones para poder obtener de ellas las necesidades reales del cliente.

Tabla 2.3 Tabla con la clasificación de las verbalizaciones

Verbalización
"Que el proceso sea automático ⁸ "
"Que no sea difícil de usar"
"Que sea bonito y estético"
"Que el sistema sea de bajo costo "
"Que no se dañe fácilmente y que no requiera mucho cuidado"
"Que los elementos sean fácilmente reemplazables"
"Que el mantenimiento no sea complicado"
"Que el sistema sea seguro y no comprometa la integridad de los operarios"
"Que sea resistente a condiciones climáticas"
"Que no esté tan visible"
"Que sea confiable"
"Que la información sea real"
"Que los datos lleguen a SAP"
"Que posea una pantalla táctil para registrar los datos"
"Que los operarios no puedan penetrar el sistema"

Fuente: Propia

2.3.2.3. Estructurar las necesidades del cliente

Una vez que se clasifican las verbalizaciones, se debe "extraer" de ellas las necesidades de los clientes. Resulta vital recordar que se está buscando las necesidades reales del cliente, no "la propia versión de las necesidades del cliente".

⁸ Inicialmente se solicitó que el sistema adquiriera la información de la maquinaria a dispensar de forma automática. Sin embargo, se explicó al personal administrativo de la empresa que no se puede realizar un control totalmente automático, debido a que no siempre funciona y siempre se recomienda contar con el factor humano, incluso por motivos de seguridad.

Tabla 2.4 Tabla con la estructuración de las necesidades de cliente

No.	Verbalización	Necesidad
1	“Que el proceso sea semiautomático”	Necesito que la información se obtenga en forma semiautomática
2	“Que no sea difícil de usar”	Necesito que cualquier usuario pueda usar el sistema sin dificultad
3	“Que sea bonito y estético”	Necesito que el sistema sea visualmente agradable
4	“Que el sistema sea de bajo costo ”	Necesito poder costear la adquisición del sistema
5	“Que no se dañe fácilmente y que no requiera mucho cuidado”	Necesito un sistema fuerte para que no se dañe
6	“Que los elementos sean fácilmente adquiribles y reemplazables”	Necesito poder cambiar los elementos fácilmente y conseguirlos en el mercado local
7	“Que el mantenimiento no sea complicado”	Necesito un mantenimiento de bajo costo
8	“Que el sistema sea seguro y no comprometa la integridad de los operarios”	Necesito un sistema seguro
9	“Que sea resistente a condiciones climáticas”	Necesito que no se dañe por el agua o polvo
10	“Que no esté tan a la vista”	Necesito que no sea tan visible
11	“Que sea confiable y que la información sea real”	Necesito que adquiera información real
12	“Que los datos lleguen a SAP”	Necesito registrar los datos en SAP
13	“Que posea una pantalla táctil para registrar los datos”	Necesito que una pantalla táctil registre datos
14	“Que los operarios no puedan penetrar el sistema”	Necesito que el sistema no permita realizar cambios en los datos

Fuente: Propia

2.3.2.4. Analizar la estructura de las necesidades del cliente

Existen necesidades que tienen relaciones de dependencia. Por lo que pueden resultar más necesidades.

Tabla 2.5 Tabla con el análisis de la estructuración de las necesidades del cliente

No.	Verbalización	Necesidad
1	“Que el proceso sea semiautomático”	Necesito que la información se obtenga en forma semiautomática
2	“Para que no requiera más	Necesito no tener que contratar

	operadores”	más operadores
3	“Que no sea difícil de usar”	Necesito que cualquier usuario pueda usar el sistema sin dificultad
4	“Que sea bonito y estético”	Necesito que el sistema sea visualmente agradable
5	“Para que no llame mucho la atención”	Necesito un sistema discreto y que no distraiga
6	“Que el sistema sea de bajo costo”	Necesito poder costear la adquisición del sistema
7	“Que no se dañe fácilmente y que no requiera mucho cuidado”	Necesito un sistema fuerte para que no se dañe
8	“Que los elementos sean fácilmente adquiribles y reemplazables”	Necesito poder cambiar los elementos fácilmente y conseguirlos en el mercado local
9	“Que el mantenimiento no sea complicado”	Necesito un mantenimiento de bajo costo
10	“Porque requerirá más recursos económicos de la empresa”	Necesito no invertir demasiados recursos económicos en el sistema
11	“Que el sistema sea seguro y no comprometa la integridad de los operarios”	Necesito un sistema seguro
12	“Que sea resistente a condiciones climáticas”	Necesito que no se dañe por el agua o polvo
13	“Que no esté tan a la vista”	Necesito que no sea tan visible
14	“Para que no se pueda manipularlo”	Necesito que el sistema se ubique en un lugar seguro, libre de contacto
15	“Que sea confiable y que la información sea real”	Necesito que adquiera información real
16	“Que los datos lleguen a SAP”	Necesito registrar los datos en SAP
17	“Que posea una pantalla táctil para registrar los datos”	Necesito que una pantalla táctil registre datos
18	“Que los operarios no puedan penetrar el sistema”	Necesito que el sistema no permita realizar cambios en los datos

Fuente: Propia

2.3.2.5. Priorizar las necesidades del cliente

Esto implica establecer cuáles necesidades son más importantes para los clientes. La mejor forma de hacer esto, es una vez identificadas las necesidades y estratificadas, preguntar directamente a los clientes.

Tabla 2.6 Tabla con la priorización de las necesidades del cliente

Prioridad	Verbalización	Necesidad
1	“Que el sistema sea de bajo costo”	Necesito poder costear la adquisición del sistema
2	“Que sea confiable y que la información sea real”	Necesito que adquiera información real
3	“Que los datos lleguen a SAP”	Necesito registrar los datos en SAP
4	“Que no sea difícil de usar”	Necesito que cualquier usuario pueda usar el sistema sin dificultad
5	“Que posea una pantalla táctil para registrar los datos”	Necesito que una pantalla táctil registre datos
6	“Que los operarios no puedan penetrar el sistema”	Necesito que el sistema no permita realizar cambios en los datos
7	“Que sea resistente a condiciones climáticas”	Necesito que no se dañe por el agua o polvo
8	“Que los elementos sean fácilmente adquiribles y reemplazables”	Necesito poder cambiar los elementos fácilmente y conseguirlos en el mercado local
9	“Que el proceso sea semiautomático”	Necesito que la información se obtenga en forma semiautomática
10	“Que el sistema sea seguro y no comprometa la integridad de los operarios”	Necesito un sistema seguro
11	“Que el mantenimiento no sea complicado”	Necesito un mantenimiento de bajo costo
12	“Porque requerirá más recursos económicos de la empresa”	Necesito no invertir demasiados recursos económicos en el sistema
13	“Que no se dañe fácilmente y que no requiera mucho cuidado”	Necesito un sistema fuerte para que no se dañe
14	“Que no esté tan a la vista”	Necesito que no sea tan visible
15	“Para que no se pueda manipularlo”	Necesito que el sistema se ubique en un lugar seguro, libre de contacto
16	“Que no requiera más operadores”	Necesito no tener que contratar más operadores
17	“Que sea bonito y estético”	Necesito que el sistema sea visualmente agradable
18	“Que no llame mucho la atención”	Necesito un sistema discreto y que no distraiga

Fuente: Propia

2.3.2.6. Desplegar las necesidades prioritizadas

Una vez que se tiene identificadas las necesidades prioritizadas de los clientes, se debe identificar qué parámetros, procesos o elementos del sistema contribuyen más a cumplir (o a no cumplir) estas necesidades.

Tabla 2.7 Tabla con el despliegue de las necesidades prioritizadas

No.	Necesidad	Parámetros
1	Necesito poder costear la adquisición del sistema	Sistema con elementos de bajo costo
2	Necesito que adquiera información real	Equipos con alta fidelidad y precisión
3	Necesito registrar los datos en SAP	Archivo con datos recolectados para cargar en SAP
4	Necesito que cualquier usuario pueda usar el sistema sin dificultad	Sistema amigable con el usuario
5	Necesito que una pantalla táctil registre datos	Uso de una pantalla táctil
6	Necesito que el sistema no permita realizar cambios en los datos	Registro de datos electrónico
7	Necesito que no se dañe por el agua o polvo	Equipos con protección IP67
8	Necesito poder cambiar los elementos fácilmente y conseguirlos en el mercado local	Tecnología modular y equipos accesibles en el mercado
9	Necesito que la información se obtenga en forma semiautomática	Transmisión de la información de modo semiautomático
10	Necesito un sistema seguro	Equipos confiables
11	Necesito un mantenimiento de bajo costo	
12	Necesito no invertir demasiados recursos económicos en el mantenimiento del sistema	
13	Necesito un sistema fuerte para que no se dañe	
14	Necesito que no sea tan visible	
15	Necesito no tener que contratar más operadores	
16	Necesito que el sistema se ubique en un lugar seguro, libre de contacto	
17	Necesito que el sistema sea visualmente agradable	
18	Necesito un sistema discreto y que no distraiga	

Fuente: Propia

2.3.2.7. Analizar solo las relaciones prioritarias a detalle

Al evaluar el sistema, los puntos más importantes son aquellos que impactan a las necesidades prioritarias.

A continuación se describen dichos puntos, en donde se deberá enfocar los recursos, ya que el nivel de calidad de servicios estará determinado por la medida en que se logre alinear el valor de los recursos con la prioridad de las necesidades de nuestros clientes.

- Sistema con elementos de bajo costo
- Equipos con alta fidelidad y precisión
- Archivo con datos recolectados para cargar en SAP
- Sistema amigable con el usuario
- Uso de una pantalla táctil
- Registro de datos electrónico
- Equipos con protección IP67
- Tecnología modular y equipos accesibles en el mercado
- Transmisión de la información de modo semiautomático
- Equipos confiables

2.3.3. ESTABLECER LOS PARÁMETROS DEL DISEÑO MEDIANTE LA MATRIZ DE RELACIONES

La Matriz de Relaciones sirve precisamente para analizar la relación que existe entre las Necesidades de Cliente y los Parámetros de Diseño. Se debe trabajar renglón por renglón, ya que el énfasis está en satisfacer las Necesidades del Cliente.

Se asigna un valor numérico, dependiendo de la intensidad de la relación de acuerdo con lo siguiente:

- 0 No existe relación o se tiene duda
- 1 Existe una relación débil

- 3 Existe una relación media
- 9 Existe una relación fuerte

Para la elaboración de la matriz, se tomarán en cuenta las necesidades y los parámetros según su referencia numérica mostrada en la tabla 2.7.

Tabla 2.8 Matriz de relaciones

N	P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		9	9	9	1	3	6	9	9	6	9
2		6	9	9	6	9	9	6	6	9	9
3		0	0	9	0	0	6	0	0	3	0
4		0	3	0	9	6	3	0	0	0	6
5		9	9	0	9	9	9	0	3	0	9
6		1	6	9	1	0	9	0	3	9	9
7		6	9	0	0	9	6	9	9	3	9
8		6	9	0	9	6	6	6	9	1	9
9		3	9	6	9	9	9	1	3	9	6
10		6	9	0	6	6	9	9	9	9	9

N: necesidades

P: parámetros del diseño

Fuente: Propia

2.3.3.1. Casa de la calidad

Para organizar y priorizar las necesidades del cliente se estructuran dichas demandas mediante la casa de la calidad.

La casa de la calidad es un diagrama que ayuda a organizar y relacionar la información obtenida durante las etapas del proceso de planificación. Consiste en una metodología de planificación que introduce el control de calidad en la etapa del diseño y desarrollo de un producto o servicio. Se trata de un mecanismo formal para asegurar que la voz del consumidor sea escuchada y tomada en cuenta en todas las etapas del desarrollo del producto o servicio.

La casa de la calidad brinda valiosa información acerca de las características técnicas que satisfacen en mayor medida a las demandas del cliente. De esta manera, se obtienen los requerimientos técnicos más importantes, obtenidos en el subcapítulo 2.3.2.

Como se puede observar, dichos parámetros están directamente relacionados con dos aspectos muy importantes del diseño a realizar: la información fehaciente a recolectar y la disminución de las pérdidas que actualmente existen.

De la casa de la calidad se pueden obtener los siguientes resultados:

Figura 2.1 Resultados de la casa de la calidad

Meta o valor limite	Sistema con elementos de bajo costo	Equipos con alta fidelidad y precisión	Archivo con datos recolectados para cargar en SAP	Sistema amigable con el usuario	Uso de una pantalla táctil	Registro de datos electrónico	Equipos con protección IP67	Tecnología modular y equipos accesibles en el mercado	Transmisión de la información de modo semiautomático	Equipos confiables
Dificultad (0=Fácil de lograr, 10=Extremadamente difícil)	9	4	4	8	8	6	2	4	7	2
Máximo valor de la relación en la columna	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Peso / importancia	176,6	363,8	334,0	244,7	278,7	346,8	163,8	163,8	236,2	317,0
Peso relativo	6,7	13,9	12,7	9,3	10,6	13,2	6,2	6,2	9,0	12,1

Fuente: Propia

El esquema de la casa de la calidad se detalla en el anexo B.

2.4. ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL SISTEMA

Tabla 2.9 Especificaciones técnicas del diseño

Empresa Cliente: Consermin S.A.			Fecha inicial: 07-03-2013 Última revisión: 10-12-2013
Diseñador: Gisell Albán			Producto: Prototipo de un sistema para verificación del proceso de abastecimiento de combustible en maquinaria pesada, de la empresa Consermin S.A.
Especificaciones			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Función	C+F	R	Obtener los datos de abastecimiento de las maquinarias, de manera semiautomática
	C+F	R	Registrar los datos de kilometraje
	C+I	R	Procesar los datos obtenidos
	C+F+I	D	Descargar la información de manera inalámbrica a bodega
Energía	D	D	Energía eléctrica
Señal y control	C+I+D	R	Registro automático de flujo de combustible mediante generador de pulsos

	C+I C+I	R R	Ingreso de datos en una pantalla táctil Uso de controladores modulares
Vida útil y mantenimiento	F C+D C+F	D ND D	En operación: 5 años; Fiabilidad: 90% Componentes fácilmente intercambiables Sistema modular de fácil desmontaje
Costo	F	R	Presupuesto: \$6000
Seguridad	C+D+F	NR	Equipos intrínsecamente seguros ⁹
Impacto ambiental	C+I	D	Equipos, en su mayoría, reciclables al final de su vida útil
Aspectos legales	C+I+F	R	Implementación de equipos normalizados

Propone: C = Cliente; I = Ingeniería; D = Diseño; F = Financiación

R/D: R = Requerimiento; NR = Nuevo requerimiento; D = Deseo; ND = Nuevo Deseo

Fuente: Plantilla: Diseño Concurrente Carles Riba
Información: Propia

2.5. ANÁLISIS FUNCIONAL¹⁰

2.5.1. DEFINICIÓN DEL ANÁLISIS FUNCIONAL

El análisis funcional es una técnica propuesta por el ingeniero estadounidense Lawrence D. Milse, cuyo propósito es el de separar la acción que se efectúa del componente o mecanismo, para de este modo buscar nuevas soluciones a un mismo problema. El análisis funcional logra obtener mejores productos a un menor costo.

Para aplicar esta herramienta de diseño, es necesario establecer claramente las funciones primarias y secundarias del sistema. Las funciones primarias son aquellas por las que el cliente adquiere el sistema, que en este caso es la verificación de abastecimiento de combustible. Las funciones secundarias, son aquellas que permiten que la función primaria se ejecute satisfactoriamente y son las que, mediante este análisis, se determinan.

Una vez establecidas todas las funciones secundarias, se procede a plantear soluciones aptas para desempeñar estas funciones, para luego seleccionar aquellas

⁹ Es aquel incapaz de producir suficiente energía eléctrica o térmica al operar en condiciones normales o anormales, que pueda causar la ignición de una mezcla inflamable o combustible. Las condiciones anormales deben incluir: daño accidental del cableado, falla de componentes eléctricos, sobrevoltaje, operaciones de ajuste y mantenimiento y otras condiciones similares.

¹⁰ Miles, L. (1989). *Techniques of Value Analysis and Engineering*. USA: Wendt Library

más convenientes. Estas funciones pueden ser agrupadas con el fin de obtener módulos que sean capaces de cumplir un conjunto de funciones secundarias, obteniéndose así un diseño modular.

La descomposición funcional del producto se lleva a cabo mediante diagramas de flujo, en los que, en cada recuadro aparece cada función, que puede tener tres tipos de entradas y salidas: control, material y energía. Los diagramas de flujo se presentan en diferentes niveles, comenzando con el nivel 0 o en función global, y continuando hasta el nivel que se estime conveniente.

2.5.2. DESARROLLO DE LOS DIAGRAMAS FUNCIONALES

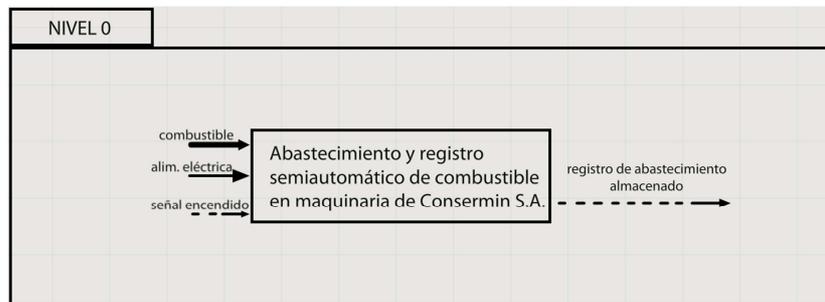


Figura 2.2 Diagrama funcional nivel 0
Fuente: Propia

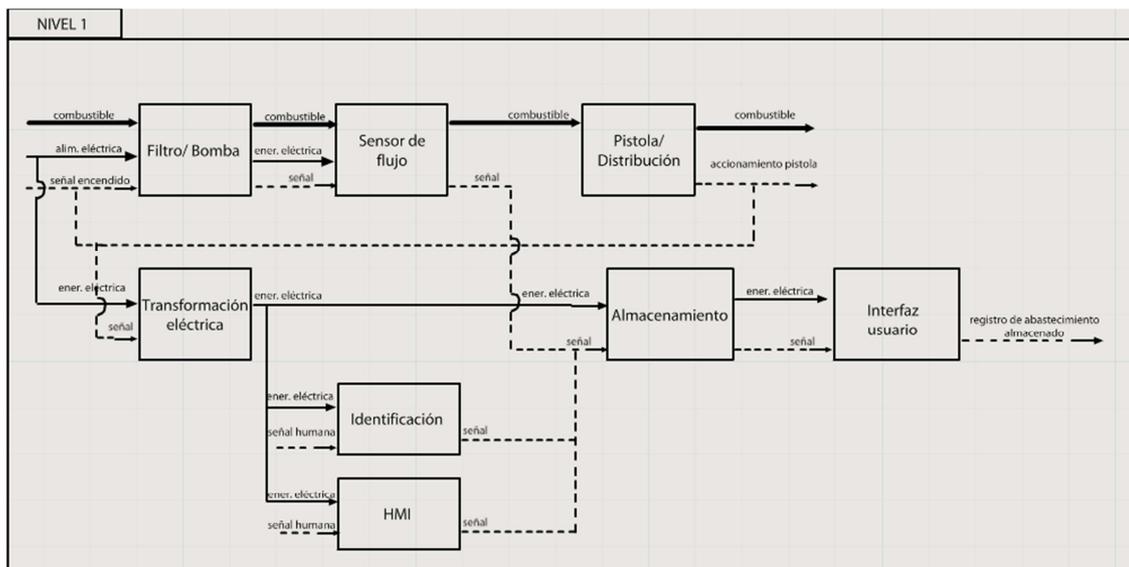


Figura 2.3 Diagrama funcional nivel 1
Fuente: Propia

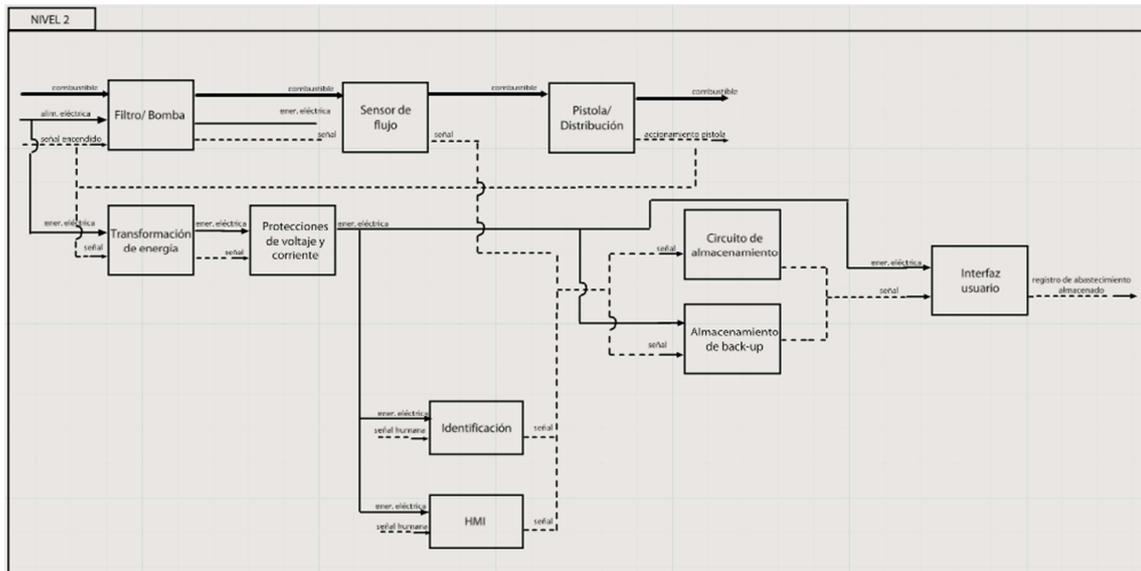


Figura 2.4 Diagrama funcional nivel 2
Fuente: Propia

2.5.3. ANÁLISIS DE LOS DIAGRAMAS FUNCIONALES

Para este caso, resulta conveniente desarrollar el diagrama funcional hasta el nivel 2, debido a que un mayor despliegue conduciría a establecer implícitamente determinadas soluciones.

En el nivel 0 se presenta la función primaria, que en este caso es medir y registrar la cantidad de combustible dispensado en las máquinas. Para que el sistema cumpla su función se requieren materiales, energía y señales de control generadas internamente en éste.

En el nivel 1 se desglosan varias funciones a partir del nivel inicial, pero que resultan indispensables para cumplir el objetivo del sistema. En esta parte del diagrama intervienen las funciones realizadas por la bomba de combustible, el filtro, el sensor de flujo, la pistola y manguera de distribución, con respecto a la parte mecánica. En la parte de registro de datos intervienen las funciones referentes a la transformación de energía, el sistema de identificación, el sistema HMI, el módulo de almacenamiento y la interfaz de usuario.

En el nivel 2 se desglosan, a su vez, funciones a partir del nivel anterior, de tal manera que se muestre a más detalle el funcionamiento del sistema, sin obviar ninguna acción fundamental para el mismo. En este nivel intervienen funciones adicionales como: protecciones de voltaje y corriente y un sistema de back-up que permita no perder la información.

De esta manera, el diagrama despliega información importante sobre la dependencia y simultaneidad de funciones, así también las señales a ser utilizadas en el sistema.

2.5.4. DIVISIÓN MODULAR

Una vez estructurado el diagrama funcional, se puede identificar las funciones indispensables del sistema, es decir: cada módulo correspondiente a la parte mecánica del sistema, y cada módulo correspondiente a la parte de registro de datos.

La división modular resulta de gran utilidad debido a que, en el caso de que un componente falle, simplemente se debe reemplazar el módulo defectuoso, y esto sin cambiar la función de los demás módulos.

Es por eso que en la parte mecánica, los equipos son divididos en módulos independientes, debido a que no se puede actuar a profundidad sobre ellos ni subdividirlos.

La división de los módulos desarrollados se detalla a continuación:

- Módulo 1: Filtro y bomba
- Módulo 2: Sensor de flujo
- Módulo 3: Distribución
- Módulo 4: Transformación de energía
- Módulo 5: Identificación
- Módulo 6: HMI
- Módulo 7: Almacenamiento y transferencia de datos

El diagrama de la división modular se encuentra detallado en la figura 2.4.

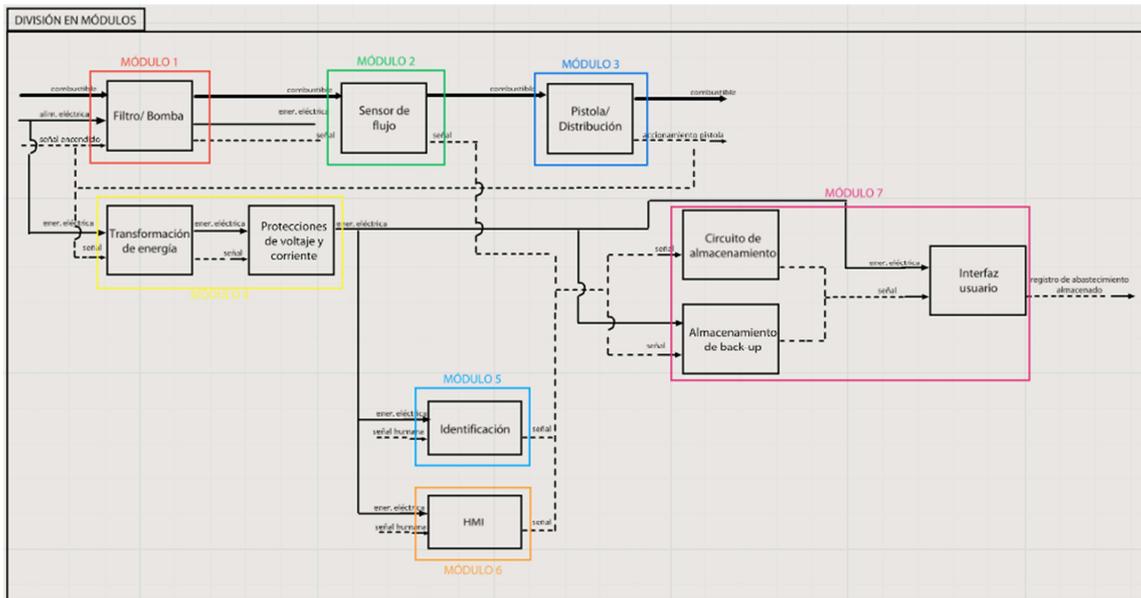


Figura 2.5 División modular
Fuente: Propia

Los diagramas de niveles y la división modular también pueden ser encontrados en el anexo C, para permitir una mejor apreciación.

2.6. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA CADA MÓDULO

Próximo a la identificación de los módulos, se procede a hallar diversas alternativas de solución para cada uno de ellos.

2.6.1. MÓDULO 1

Actualmente, los tanqueros utilizados en la empresa no utilizan un filtro que obstruya el paso de impurezas provenientes del diésel, afectando de esta manera a la bomba y al contador mecánico.

Es por eso que resulta de vital importancia colocar un filtro a la salida de la manguera del tanquero, para evitar que los demás dispositivos a usar se averíen a causa de las impurezas. El filtro a su vez, ayudará a aumentar la vida útil del sistema. Un ejemplo se puede encontrar en la figura 2.5.



Figura 2.6 Filtro para diésel
Fuente: FillRite

Adicionalmente, la empresa se encuentra usando una bomba de agua en lugar de una especialmente diseñada para combustible (figura 2.6), debido a que éstas son económicamente accesibles cuando se deterioran por el problema anteriormente mencionado.



Figura 2.7 Bomba para combustible
Fuente: FillRite

Es necesario el empleo de un filtro y una bomba correspondiente al sistema, se podrá evitar posibles fallos a otros dispositivos.

2.6.2. MÓDULO 2

Otro requerimiento indispensable para la empresa es contar con un equipo que le permita registrar la cantidad de combustible que sale de la pistola, de manera automática, de modo que los datos obtenidos no puedan ser manipulados, como se lo hacía cuando la cantidad abastecida era registrada de manera manual por operarios, mismos que muchas veces alteraban la información, con fines propios.

Una solución muy práctica para cumplir con dicho objetivo, consiste en el uso de un sensor de combustible (figura 2.7), el cual contenga un generador de pulsos que permita realizar un registro del proceso.



Figura 2.8 Medidor de flujo para combustible con generador de pulsos
Fuente: FillRite

2.6.3. MÓDULO 3

Para el sistema propuesto se necesitará una manguera de combustible de 1 pulgada, que se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento, para lo cual se recomienda una manguera retráctil de 15m que permita proporcionar un mejor manejo y mantenimiento de la misma (figura 2.8). Es importante que la manguera se encuentre siempre recogida, debido a que se plantea colocar, mediante mallas o recubrimientos plásticos, un cable para transmitir corriente a lo largo de toda la manguera.



Figura 2.9 Manguera retráctil 1"
Fuente: FillRite

Un requerimiento importante de la empresa, considerar una pistola automática (figura 2.9), en lugar de una manual que actualmente se utiliza, con objetivo de detener el combustible cuando el tanque esté lleno y de esta manera, evitar derrames.

Esta resulta de mucha importancia, debido a que la señal proporcionada por el gatillo permitirá iniciar todo el sistema de adquisición de datos.



Figura 2.10 Pistola automática
Fuente: FillRite

2.6.4. MÓDULO 4

El módulo 4 abarca las siguientes funciones:

- Transformación de energía
- Protecciones de voltaje y corriente

Las respectivas funciones se describen a continuación.

2.6.4.1. Transformación de energía

Debido a que en el diseño, intervienen dispositivos electrónicos que en su mayoría funcionan a 5V, resultará imprescindible realizar una transformación de energía, a partir de los 24V de las baterías del camión, con el fin de alimentar los sistemas de reconocimiento, pantalla, almacenamiento y transferencia de la información.

2.6.4.2. Protecciones de voltaje y corriente

Debido a que se trabaja con dispositivos electrónicos, se deben considerar sistemas de protección que impidan la avería del sistema, ya sea por sobrevoltaje o sobrecorriente, de esta manera, el sistema no se verá afectado.

2.6.5. MÓDULO 5

Por lo que se diseñará un sistema que registre la información de modo semiautomático, para lo cual se realizó una investigación de los dispositivos que actualmente existen en el mercado, de tal manera que resulten aplicables al diseño. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

2.6.5.1. Módulos RFID¹¹

La identificación por radiofrecuencia o RFID (figura 2.10) por sus siglas en inglés (Radio Frequency Identification), es una tecnología de identificación remota e inalámbrica en la cual un dispositivo lector o reader vinculado a un equipo de cómputo, se comunica a través de una antena con un tag o etiqueta mediante ondas de radio.



Figura 2.11 Módulo RFID
Fuente: Sparkfun

VENTAJAS

- No requiere una línea de visión
- No requiere de intervención humana (ideal para automatizar)
- Hasta 500 lecturas por minuto
- No le afectan los ambientes sucios
- Capacidad de lectura y escritura

¹¹ “Cómo funciona la tecnología de identificación por radio frecuencia”. Egomexico.com. 3 de marzo de 2014.
http://www.egomexico.com/tecnologia_rfid.htm

DESVENTAJAS

- Larga distancia de lectura
- Mínima seguridad

2.6.5.2. Módulos NFC¹²

NFC (Near Field Communication) es una tecnología de comunicación de corto alcance de alta frecuencia inalámbrica que permite el intercambio de datos entre dispositivos a través de una distancia de 10 cm (figura 2.11).



Figura 2.12 Módulo NFC
Fuente: Cards-mart

VENTAJAS

- Brinda comodidad
- Sencillez de uso
- Permite infinidad de aplicaciones
- Detecta un único dispositivo a la vez
- Permite una corta distancia

DESVENTAJAS

- Requiere usar seguridad adicional

2.6.6. MÓDULO 6

Actualmente, el kilometraje es registrado de manera manual mediante un operario encargado. La empresa registra este dato con el objetivo de cuantificar las horas

¹²“NFC Near Field Communication”. Gsmarena.com. 3 de marzo de 2014.
<http://www.gsmarena.com/glossary.php3?term=nfc>

máquina operadas por día, pero esta información no influye con el registro del abastecimiento de combustible, por lo que la empresa ha requerido que se obtenga esa información sin ningún tipo de proceso automatizado, por lo que únicamente se utilizará una pantalla táctil (figura 2.12), misma que se encargue del registro del kilometraje u horómetro, según sea el caso.

Adicionalmente, la pantalla cuenta con un slot para tarjetas SD, lo cual permite contar con un sistema de almacenamiento adicional.



Figura 2.13 Pantalla táctil
Fuente: Electan

2.6.7. MÓDULO 7

Debido a que los datos registrados en el proceso deben ser enviados a bodega, estos deben ser previamente procesados, para lo cual un controlador se encargará de almacenar los datos de cada abastecimiento y agruparlos según la máquina para luego ser descargados

Para cumplir con dicho objetivo se analizaron varias posibles soluciones:

2.6.7.1. Circuitos electrónicos

La primera alternativa de solución que se analizó fue el diseño y construcción de circuitos electrónicos, que permitan recolectar los datos obtenidos, almacenarlos y procesarlos.

VENTAJAS

- Construcción de circuitos de acuerdo a las necesidades del proyecto

- Si un componente falla se puede reemplazar desoldando el componente averiado y soldando uno nuevo
- La construcción de los circuitos permite obtener pistas nítidas, si son bien construidos
- Se puede crear todo tipo de circuitos según lo que se desee hacer

DESVENTAJAS

- La construcción implica un costo alto debido a la adquisición de los dispositivos y el método de ensamblaje
- Escasa disponibilidad de los elementos
- Complejidad de programación de un micro controlador
- La mayoría de entornos para micro controladores están limitados para Windows
- El programador debe ser adquirido a parte
- No vienen listos para usar y requieren extensa programación
- La programación en Assembler no es amigable
- El proceso de elaboración es tedioso y un tanto complejo
- Mayor tiempo de manufacturación, el circuito comprende desde el diseño hasta la entrega final, el cual atraviesa una serie de pasos
- Algunas veces las placas no tienen sus pistas bien definidas
- El proceso del ácido tarda mucho tiempo
- En el caso de usar una CNC que realice las pistas implica un costo extra
- Cuesta demasiado trabajo y dinero introducir cambios en el diseño cuando ya se dispone de los útiles y medios de fabricación, establecidos
- Dificultades encontradas en la reparación de los circuitos impresos
- Algunos elementos no pueden estar expuestos a elevadas temperaturas y se pueden quemar durante el montaje

2.6.7.2. Módulos Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre (figura 2.13), basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en diversidad de proyectos. El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida que permiten controlar inmensidad de acciones.

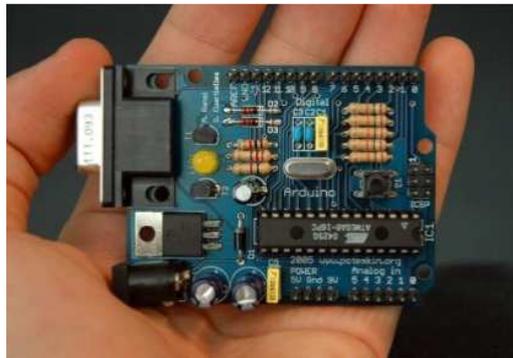


Figura 2.14 Placa Arduino
Fuente: Arduino

VENTAJAS

- Facilidad de mantenimiento (se puede cambiar y reemplazar por cualquier operario)
- Posibilidad de aplicaciones futuras
- Simplifica el proceso de trabajar con micro controladores
- Es más asequible
- Es multiplataforma
- Entorno de programación simple y directo
- Software y hardware ampliable y de código abierto
- Plataforma probada y estable
- Puede ser utilizado por personas que no tengan experiencia en la materia
- Software libre
- Permite tomar la información de toda una gama de sensores
- Puede controlar diversidad de actuadores

- Vienen listos para usar
- Consumen poca potencia
- La programación es más sencilla
- Debido a que el software es libre se puede usar en universidades o en empresas sin el temor de violar derechos de autor
- Mínima probabilidad de fallos

DESVENTAJAS

- Dado que la programación no se realiza en assembler, el precio a pagar por el uso de las librerías es un retraso en la ejecución de las instrucciones, algunos microsegundos que en el caso de dispositivos de uso cotidiano son irrelevantes, pero significativos a la hora de hacer adquisición de datos.
- El hecho de que la plataforma venga ya ensamblada le quita flexibilidad a los proyectos, así por ejemplo estaríamos obligados a usar un espacio y forma acorde con el PCB de los módulos
- Limitante capacidad de memoria según los módulos que se use

2.6.7.3. Computadora a bordo

Debido a que, bajo ningún motivo, el registro de la información puede ser realizada de forma manual, una de las opciones de solución fue usar una computadora a bordo. Lamentablemente la empresa no estaba dispuesta a costear el gasto que éste implicaba y se requería mayor seguridad que los anteriores sistemas, debido al costo de adquisición y mantenimiento.

2.6.7.4. Tarjeta SD

La información recolectada resulta indispensable para registrar y verificar el proceso, por lo que resulta muy importante el uso de un sistema de back-up que permita almacenar los mismos datos adquiridos, en el caso de que el primer sistema falle, de tal manera que en ningún punto del proceso se pueda perder la información.

De esta manera, se pretende colocar una tarjeta SD (figura 2.14) que permita guardar paralelamente la información y ser procesada luego, de ser necesario.



Figura 2.15 Tarjeta SD
Fuente: SanDisk

VENTAJAS

- Bajo costo
- Mayor velocidad de transmisión de datos
- Disponibilidad de distinta capacidad
- Facilidad de uso
- Súper portables

DESVENTAJAS

- Requiere seguridad adicional

2.6.7.5. Interfaz de usuario

La empresa no requiere que se realice la transferencia de información de forma automática, sin embargo se propuso que, por motivos de seguridad y con el objetivo de evitar que la información sea manipulada, se incorpore un dispositivo que permita descargar toda la información recolectada por el módulo de almacenamiento, todo esto cuando el tanquero se esté acercando a la bodega, para lo cual se usará módulos XBEE (figura 2.15). De esta manera, los operarios no tienen ningún tipo de contacto con la información y ésta es cargada a SAP de manera segura, la cual constituye como información real del proceso. Dicha información puede ser accedida

desde cualquier computadora con el sistema y el rol correspondiente, de tal manera que el proceso pueda ser registrado a partir de los datos obtenidos.



Figura 2.16 XBEE Pro
Fuente: Gravitec

2.7. ALTERNATIVAS DE MÓDULOS

Para hallar la mejor alternativa se deben combinar las distintas soluciones propuestas por cada módulo, de tal manera que constituyan una solución óptima para el problema. No se recomienda combinar todas las posibilidades entre sí; es recomendable realizar combinaciones de acuerdo a la compatibilidad de estas. La tabla 2.4 muestra las opciones de solución según los módulos obtenidos.

Tabla 2.10 Alternativas de módulos

Función	Componente	
Paso de combustible sin impurezas		
Medición de la cantidad de flujo		
Distribución del combustible		
Transformar energía y proteger contra corriente		
Identificación de la maquinaria a abastecer		
Ingreso del kilometraje		
Almacenamiento, almacenamiento de respaldo y descarga de la información		
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Alternativa 1 Alternativa 2 Alternativa 3 </div>	

Fuente: Propia

De esta manera se puede observar que las alternativas de solución para el sistema son las siguientes:

Alternativa 1: Uso de un filtro y una bomba, un sensor de flujo, una manguera retráctil y una pistola automática, un transformador de energía y protecciones de voltaje y corriente, módulos RFID, una pantalla táctil, circuitos electrónicos, una tarjeta SD y módulos XBEE.

Alternativa 2: Uso de un filtro y una bomba, un sensor de flujo, una manguera retráctil y una pistola automática, un transformador de energía y protecciones de voltaje y corriente, módulos NFC, una pantalla táctil, módulos Arduino, una tarjeta SD y módulos XBEE.

Alternativa 3: Uso de un filtro y una bomba, un sensor de flujo, una manguera retráctil y una pistola automática, un transformador de energía y protecciones de voltaje y corriente, módulos NFC, una pantalla táctil, una computadora a bordo, una tarjeta SD y módulos XBEE.

2.8. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS MÓDULOS

Una técnica muy utilizada para evaluar qué módulo resulta mejor, es el método ordinal corregido de criterios ponderados. Para lo cual, se requiere determinar los criterios más importantes:

- **Confiabilidad:** debe garantizar la veracidad de la información
- **Facilidad de montaje:** debe integrar equipos sencillos y tecnología accesible en el mercado
- **Facilidad de manipulación:** debe ser amigable al usuario
- **Facilidad de mantenimiento:** debe ser desmontable y sus elementos, intercambiables
- **Precio:** no debe superar el presupuesto otorgado por la empresa

Una vez que se cuenta con los criterios más importantes, se procede a realizar las respectivas tablas de ponderación, las cuales se detallan a continuación.

Tabla 2.11 Evaluación del peso específico de cada criterio
confiabilidad > manipulación > mantenimiento > precio = montaje

Criterio	confiabilidad	manipulación	mantenimiento	precio	montaje	$\Sigma+1$	pondera.
confiabilidad		1	1	0,5	1	4,5	0,3
manipulación	0		0,5	0	1	2,5	0,166
mantenimiento	0	0,5		0,5	0,5	2,5	0,166
precio	0,5	1	0,5		0,5	3,5	0,233
montaje	0	0	0,5	0,5		2	0,133
					suma	15	1

Fuente: Propia

Tabla 2.12 Evaluación del peso específico del criterio confiabilidad
solución 2 > solución 1 = solución 3

Peso	solución 1	solución 2	solución 3	$\Sigma+1$	ponderación
solución 1		0	0,5	1,5	0,25
solución 2	1		1	3	0,5
solución 3	0,5	0		1,5	0,25
			suma	6	1

Fuente: Propia

Tabla 2.13 Evaluación del peso específico del criterio manipulación
solución 2 > solución 1 = solución 3

Peso	solución 1	solución 2	solución 3	$\Sigma+1$	ponderación
solución 1		0,5	0	1,5	0,25
solución 2	0,5		0	1,5	0,25
solución 3	1	1		3	0,5
			suma	6	1

Fuente: Propia

Tabla 2.14 Evaluación del peso específico del criterio mantenimiento

solución 2 > solución 1 = solución 3

Peso	solución 1	solución 2	solución 3	$\sum+1$	ponderación
solución 1		0	0	1	0,166
solución 2	1		0	2	0,33
solución 3	1	1		3	0,5
			suma	6	1

Fuente: Propia

Tabla 2.15 Evaluación del peso específico del criterio precio

solución 2 = solución 1 > solución 3

Peso	solución 1	solución 2	solución 3	$\sum+1$	ponderación
solución 1		0	0,5	1,5	0,25
solución 2	1		1	3	0,5
solución 3	0,5	0		1,5	0,25
			suma	6	1

Fuente: Propia

Tabla 2.16 Evaluación del peso específico del criterio montaje

solución 2 > solución 1 = solución 3

Peso	solución 1	solución 2	solución 3	$\sum+1$	ponderación
solución 1		0	0,5	1,5	0,25
solución 2	1		1	3	0,5
solución 3	0,5	1		1,5	0,25
			suma	6	1

Fuente: Propia

Tabla 2.17 Tabla de conclusiones

Conclusiones	confiabi.	manipul.	manteni.	precio	montaje	Σ	prioridad
sol. 1	0,075	0,0415	0,0192	0,0582	0,0332	0,2371	2
sol. 2	0,15	0,0415	0,0382	0,1165	0,0665	0,4127	1
sol. 3	0,075	0,083	0,058	0,0582	0,0332	0,3074	3

Fuente: Propia

A partir de la tabla de conclusiones, se puede determinar que la solución que cumple con los parámetros más importantes establecidos para dar solución al sistema es la alternativa 2.

CAPÍTULO 3

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Se toma en cuenta la elección de la mejor alternativa en el subcapítulo 2.9, considerando los siguientes elementos: el uso de un filtro, una bomba, una manguera retráctil y una pistola automática para realizar el abastecimiento, un sensor de flujo de combustible para registrar la cantidad dispensada, un transformador de energía, protecciones de voltaje y corriente para evitar posibles fallos en los dispositivos electrónicos, módulos NFC que permitan identificar la maquinaria a dispensar, una pantalla táctil para registrar el kilometraje u horómetro de las maquinarias, un módulo Arduino para el almacenamiento y procesamiento de la información, una tarjeta SD para respaldar toda la información adquirida y dos módulos XBEE que permitan descargar la información en bodega para su respectivo procesamiento.

3.1. ENTORNO NORMATIVO¹³

Los dispositivos a usar deberán regirse a normas y estándares, los cuales facilitarán trabajar en ambientes seguros y además permitirán la interoperabilidad entre ellos, de acuerdo a técnicas detalladas en cada una de ellas. Algunas de estas se nombran a continuación:

- American National Standard Institute (ANSI)
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
- American Petroleum Institute (API)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- National Electrical Code
- UL y UCL Standards

¹³“Diseño de un sistema de medición y control de uso de combustibles para las centrales de generación termoeléctrica del S.N.I.” Epn.edu.ec. 2009. 7 de julio de 2014.

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4256/1/CD-2587.pdf>

- International Protection (IP)

Estas normas, códigos y estándares se consideran complementarios entre sí. Sin embargo, en caso de presentarse diferencias o contradicciones, se debe considerar la más estricta o exigente desde el punto de vista de seguridad y control.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS A USAR

Los equipos que se analizarán en este diseño, se describen a continuación, citando algunas de sus características, principalmente haciendo referencia a hojas técnicas, mismas que se encuentran en el anexo D.

Adicionalmente, en el anexo E, se presentan especificaciones en cuanto a seguridad de los equipos a ser utilizados.

3.2.1. FILTRO Y BOMBA PARA COMBUSTIBLE

Un filtro es un dispositivo destinado a impedir el paso de impurezas mediante distintos medios de fabricación. Siendo el diésel, uno de los combustibles que más impurezas posee, resulta imprescindible la colocación de éste para evitar el posible fallo de los elementos por los que circula el fluido.

La marca Fill-Rite provee filtros para combustible, que permiten ser implementados en cualquier tipo de aplicación.

El más recomendable para aplicar en el diseño, posee las siguientes características:

- Filtro con recipiente transparente
- Flujo de 18 gpm
- Presión de 50 psi

Una bomba de combustible es un dispositivo que permite incrementar la presión del combustible, permitiendo añadir presión en el fluido y facilitar el movimiento por una línea de conducción.

La bomba a considerar corresponde a la marca Fill-Rite y posee las siguientes características:

- Bomba de combustible de ¼ HP
- Alimentación de 24v
- Caudal de 20 gpm
- Motor homologado por UL/cUL¹⁴
- Construcción en hierro fundido resistente
- Rotor de bronce fundido con paletas rotatorias de bronce
- Permite movilidad

3.2.2. MEDIDOR DE FLUJO CON GENERADOR DE PULSOS

Un medidor de flujo es un dispositivo electrónico, el cual colocado en una tubería, permite medir el caudal que circula a través de él. Para recolectar la información de manera automática, se considerará el medidor 900DP de la marca Fill-Rite, el cual cuenta con un generador de pulsos y una barrera de seguridad intrínseca y está aprobado su uso para diésel. Además cuenta con las siguientes características:

- Caudal de 6 a 40 gpm (23 a 151 lpm)
- Precisión¹⁵: +/- 1.25%
- Pantalla retro iluminada para una mejor visualización en condiciones de poca iluminación
- El mando de control electrónico se quita fácilmente y rota cada 90 grados para situar la salida del generador de pulsos hacia cualquier lado.
- Sistema de alimentación por AC o DC, con batería de respaldo
- Memoria de respaldo para mayor protección en caso de interrupciones del suministro de AC y/o de energía de la batería

¹⁴ UL/cUL Normas de seguridad que resultan esenciales para la confianza y la seguridad pública, la reducción de costes, la mejora de la calidad y la comercialización de productos y servicios. Millones de productos y componentes son ensayados según las estrictas normas de seguridad de UL/cUL para que los consumidores puedan disfrutar de un medio ambiente más seguro.

¹⁵ Precisión: es el grado de concordancia entre una serie de determinaciones obtenidas de repetir la medición y se expresa como la desviación estándar relativa.

- Conexiones de 1" o 1.5"
- Homologado por UL, cUL, ATEX¹⁶ y IECEx¹⁷

3.2.3. MANGUERA RETRÁCTIL Y PISTOLA AUTOMÁTICA

Fill-Rite ofrece también una manguera retráctil de 15 metros, la cual permite una operación óptima, además alarga la vida útil de la misma, debido a que puede ser fácilmente almacenada después de su uso.

Incluye una pistola automática, la cual permite el cierre automático cuando detecta que el tanque está lleno.

El funcionamiento de la pistola automática consiste en un segundo tubo, el "tubo de detección", que discurre a lo largo del interior del tubo de la boquilla hasta una bomba venturi¹⁸ en el mango de la pistola. Una válvula mecánica conectada a una membrana detecta este cambio de presión y dispara el gatillo de la bomba, impidiendo el flujo de combustible.

3.2.4. TRANSFORMADOR DE ENERGÍA Y PROTECCIÓN DE VOLTAJE Y CORRIENTE

Debido a que intervienen equipos que requieren alimentación eléctrica, se considera conveniente el uso de un transformador de energía que convierta los 12v de la batería a 5v necesarios para los dispositivos electrónicos que se encargan del registro de los datos y la transferencia de la información.

De la misma manera, al poseer equipos electrónicos, se requiere contar con un sistema de protección, como es el caso de los fusibles, que impiden el posible daño

¹⁶ La Directiva ATEX, surgida y aplicable en la Unión Europea, describe qué tipo de equipamiento y ambiente es permitido para el trabajo en una atmósfera explosiva.

¹⁷ El objetivo del Sistema IECEx es facilitar el comercio internacional de equipos y servicios para uso en atmósferas explosivas, mientras que se mantiene el nivel de seguridad requerido. Zonas Ex pueden ser conocidas por diferentes nombres, tales como "lugares peligrosos", "áreas peligrosas" "atmósferas explosivas", y similares, y se refieren a las áreas donde los líquidos inflamables, vapores, gases o polvos combustibles pueden producirse en cantidades suficientes para la causa un incendio o una explosión.

¹⁸ Efecto Venturi: si un fluido se mueve a una cierta velocidad con respecto al entorno, su presión baja. A mayor velocidad, menor presión.

de los dispositivos, ya sea por exceso de corriente o de voltaje. Esto permitirá aumentar la vida útil del sistema.

3.2.5. MÓDULOS NFC¹⁹

NFC se comunica mediante inducción en un campo magnético, en donde dos antenas de espira son colocadas dentro de sus respectivos campos cercanos.

Trabaja en la banda de los 13,56 MHz, esto hace que no se aplique ninguna restricción y no requiera ninguna licencia para su uso.

Soporta dos modos de funcionamiento, todos los dispositivos del estándar NFCIP-1 deben soportar ambos modos:

- Activo: ambos dispositivos generan su propio campo electromagnético, que utilizarán para transmitir sus datos.
- Pasivo: sólo un dispositivo genera el campo electromagnético y el otro se aprovecha de la modulación de la carga para poder transferir los datos. El iniciador de la comunicación es el encargado de generar el campo electromagnético.

El protocolo NFCIP-1 puede funcionar a diversas velocidades como 106, 212, 424 o 848 Kbit/s. Según el entorno en el que se trabaje, las dos partes pueden ponerse de acuerdo de a qué velocidad trabajar y reajustar el parámetro en cualquier instante de la comunicación.

Para el diseño se analizará el uso de un lector NFC colocado en la pistola abastecedora y tags pasivas que se colocarán junto a los tanques de abastecimiento de combustible, de tal manera que al acercarse la pistola, el lector permita reconocer qué maquinaria va a abastecer.

¹⁹ "ISO/IEC 18092:2004 Information technology -- Telecommunications and information exchange between systems -- Near Field Communication -- Interface and Protocol (NFCIP-1)". Iso.org. 2013. 8 de abril de 2014. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38578

- Voltaje de entrada (recomendado) 7-12V
- Voltaje de entrada (límite) 6-20V
- Pines E/S digitales 54 (14 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica 16
- Intensidad por pin 40 mA
- Intensidad en pin 3.3V 50 mA
- Memoria Flash 128 KB
- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- Velocidad de reloj 16 MHz

3.2.8. TARJETA SD

Secure Digital (SD) es un formato de tarjeta de memoria para dispositivos portátiles tales como cámaras fotográficas digitales, teléfonos móviles, computadoras portátiles.

Como se mencionó en el subcapítulo 3.1.6, referente a la pantalla táctil, ésta cuenta con un socket diseñado para alojar una tarjeta de memoria SD, misma que permitirá, mediante el circuito de control, guardar la información recolectada en todo el sistema, con el fin de descargar dicha información, en el caso de que el sistema primario (Arduino) falle.

3.2.9. MÓDULOS XBEE²¹

Una buena forma de agregar conectividad inalámbrica a un proyecto, es utilizando los módulos Xbee de MaxStream. Los módulos Xbee proveen 2 formas amigables de comunicación: Transmisión serial transparente (modo AT) y el modo API que provee muchas ventajas. Los módulos Xbee pueden ser configurados desde el PC utilizando el programa X-CTU o bien desde un microcontrolador. Los Xbee pueden comunicarse en arquitecturas punto a punto, punto a multi punto o en una red mesh.

²¹ "Módulos de transmisión inalámbrica". Xbee.cl. 8 de abril de 2014
<http://www.xbee.cl/>

La elección del módulo XBee correcto pasa por escoger el tipo de antena (chip, alambre o conector SMA) y la potencia de transmisión (2mW para 300 pies o 60mW para hasta 1 milla)

Los módulos XBEE poseen características muy importantes que ayudarán a cumplir los requerimientos por parte del usuario, en este caso, que los operarios no tengan contacto alguno con la información recolectada y que ésta sea transferida automáticamente a la bodega, de manera inalámbrica.

Las características de estos dispositivos se muestran a continuación:

- Buen Alcance: hasta 300ft (100 mts) en línea vista para los módulos Xbee y hasta 1 milla (1.6 Km) para los módulos Xbee Pro
- 9 entradas/salidas con entradas analógicas y digitales
- Bajo consumo < 50mA cuando están en funcionamiento y < 10uA cuando están en modo sleep
- 65,000 direcciones para cada uno de los 16 canales disponibles. Se pueden tener muchos de estos dispositivos en una misma red.
- Fáciles de integrar

Un XBEE podría ubicarse en la cabina del camión abastecedor, junto al sistema de almacenamiento, y otro sería colocado en la computadora de bodega mediante un dispositivo USB, el cual permita recibir la información.

3.3. ARMAZÓN DE PROTECCIÓN

Consiste en una carcasa para proteger los equipos electrónicos, misma que podrá ser ubicada en la cabina del tanquero y deberá cumplir con las siguientes funciones:

- Evitar que los dispositivos electrónicos se afecten debido a agua, polvo y otras condiciones climáticas, ya que podrían provocar fallo o un cortocircuito.
- Proteger a las personas que requieran manipular los elementos a su cercanía, de tal manera que puedan evitar descargas eléctricas.

- Salvaguardar a los dispositivos en caso de avería intencionada o en caso de pretender alterar la información obtenida.

3.4. CABLEADO

Un cable es un elemento que se utiliza para conducir la electricidad. Su fabricación se realiza principalmente en cobre, debido a sus propiedades de conducción, aunque también se pueden encontrar en aluminio, cuyo precio es más accesible pero es menos conductor. Posee un aislamiento plástico, el cual depende de la tensión, la corriente y la temperatura.

Para conectar el sensor se requerirán cable de pares, fabricado en cobre, de baja tensión con un aislamiento plástico. Debido a que se trabaja con dispositivos de campo, deben tener protección adicional, por ejemplo PVC, el cual resiste a combustibles y aceites. Deberán poseer normas para ser usados en áreas peligrosas, las cuales se definen en el siguiente subcapítulo.

Para la conexión de Arduino, XBEE y HMI se utilizarán cables del par trenzado separados individualmente. Estos son cables de baja tensión y no requieren protección adicional, debido a que su instalación se encuentra aislada con respecto al área de operación.

3.5. DETERMINACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS

Antes de colocar los dispositivos eléctricos, se requiere determinar las áreas peligrosas, debido a que se trabaja con combustible. Según la norma SHI – 021, denominada: Clasificación eléctrica de áreas, emitida por Petroecuador y aplicable en procesos en los que intervenga el combustible, se determina que el proceso a realizar se encuentra en la Clase IIIA²², por lo que los elementos a intervenir cumplen con la certificación de operación para dicha clase.

²² Líquidos con punto de inflamación mayor o igual a 60°C (140°F) o menor o igual a 93,3°C (200°F).

3.6. CONSIDERACIONES PARA EL ENSAMBLAJE

Una vez que se han definido los dispositivos a intervenir en el sistema, se procederá a realizar el ensamblaje, tanto mecánico, como electrónico, para lo cual se describirá, mediante gráficos, la ubicación y funcionalidad de cada uno de ellos en el sistema.

3.6.1. ENSAMBLAJE MECÁNICO

Uno de los principales problemas cuando se realiza el abastecimiento es el mal uso que se da a los componentes mecánicos en el tanquero abastecedor.

En una de las visitas realizadas, se pudo constatar que, debido a la falta de mantenimiento preventivo, el tanquero no estuvo operando por más de una semana, por lo que se tuvo que tomar medidas adicionales para compensar la falta del mismo en la obra. A partir de este percance, se empieza a realizar mantenimientos programados para mantener el tanquero en condiciones aceptables para su funcionamiento.

Por otro lado, la empresa encargada de la entrega del combustible, tenía como competencia principal, realizar mantenimientos a los tanqueros estacionarios de combustible, pero no se realizaba mantenimiento al tanque móvil, por lo que no servía de mucho, ya que el combustible adquiría impurezas nuevamente. A esto se le suma la falta de un filtro, por lo que el contador continuamente se deterioraba debido a las impurezas y al mal manejo del mismo.

Tras varios problemas resultó una mejor opción, intercambiar algunos dispositivos mecánicos, ya que constantemente fallaban los que estaban colocados, para lo cual se pretende reemplazar la bomba de agua que actualmente usan, por una especialmente diseñada para combustible, retirar el contador mecánico y colocar el contador de combustible electrónico con generador de pulsos para la adquisición del dato de flujo, intercambiar la pistola de combustible manual por una automática, colocar una manguera retráctil de 15m para su mejor almacenamiento y adicionalmente colocar un filtro para diésel para detener las impurezas.

Los dispositivos anteriormente mencionados, serán colocados sobre la plataforma adecuada con la que cuenta el tanquero a su lado derecho, en donde actualmente se encuentran la bomba de combustible y el generador.

De esta manera, se lograrán cumplir las funciones de abastecimiento de combustible sin impurezas a los tanques de las diversas maquinarias, obteniendo el dato de medición del mismo, mediante el sensor de flujo. Además se logra aumentar la vida útil del sistema a implementar, a partir de la colocación de dispositivos nuevos.

3.6.2. ENSAMBLAJE ELECTRÓNICO

Debido a que no existe un sistema de control para el proceso, resultó conveniente buscar y cotizar para próximamente, adquirir los dispositivos a intervenir en el sistema.

El sistema de registro y la bomba de combustible, serán alimentados a partir de la batería del camión, por lo que un transformador de energía resulta indispensable.

Por motivos de seguridad y protección contra condiciones climáticas, se prevé instalar el sistema de registro dentro de la cabina, de tal manera que no sufra daños. Por lo que dentro de una caja hermética, se deben colocar el transformador de energía, los fusibles, el módulo de almacenamiento y back-up, y el módulo Xbee, mismo que cuenta con un gran alcance, a fin de que no sufran interferencias.

En la parte frontal de la caja se recomienda colocar la pantalla táctil, con el objetivo de que se pueda acceder a ésta sin necesidad de abrir la caja, y tampoco podrá ser desprendida, a fin que no pueda ser sustraída por alguno de los operarios.

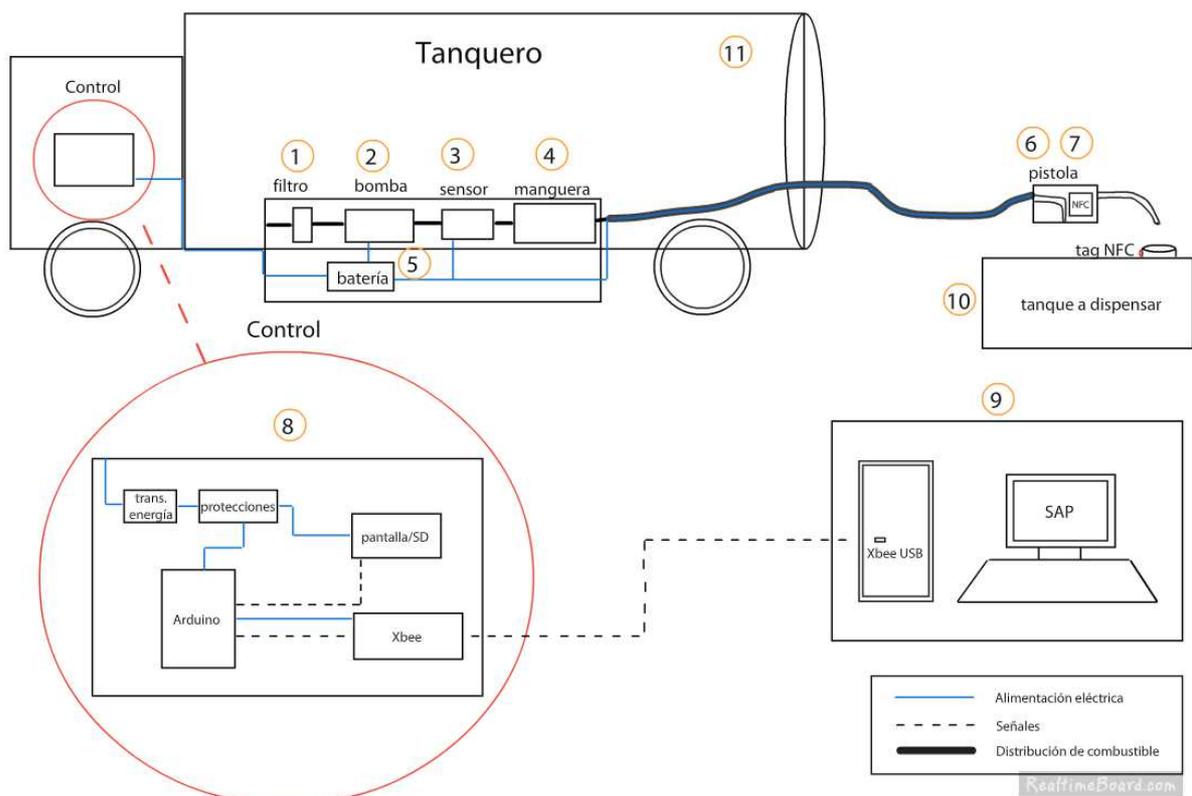
A lo largo de los 15m de la manguera, se sugiere colocar un cable para proveer de alimentación eléctrica al lector NFC, mismo que será colocado en la pistola automática, con objetivo de reconocer qué maquinaria se va a abastecer.

También se deberán colocar los tags NFC para su respectivo reconocimiento en cada uno de los tanques de combustible previamente registrados y autorizados para abastecer.

Es pertinente que el receptor XBee esté en la bodega, a fin de descargar la información obtenida en el proceso mediante un puerto USB.

3.6.3. DIAGRAMA DEL ENSAMBLAJE

Un modelo de ensamblaje adecuado, tanto mecánico como electrónico del sistema se puede encontrar en la figura 3.1, y para su mejor apreciación, en el anexo F.



1. Filtro de diésel. 2. Bomba de combustible. 3. Sensor de combustible con generador de pulsos. 4. Manguera. 5. Batería del camión. 6. Pistola de abastecimiento. 7. Lector NFC. 8. Sistema de registro. 9. Computadora en bodega. 10. Tanque a abastecer. 11. Tanquero abastecedor

Figura 3.1 Diagrama del ensamblaje
Fuente: Propia

3.7. PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

Debido a que el proyecto en mención se trata únicamente del estudio previo, el análisis de calidad y la selección de dispositivos, no se procederá a detallar la programación de los mismos, debido a que la empresa Consermin S.A. debe evaluar el estudio realizado, con el fin de determinar si se implementa o no en su maquinaria. En el caso de aceptar el proyecto, se lo tratará como un proyecto adicional, es decir, se deberá realizar la programación de los mismos en conjunto con el departamento de sistemas de la empresa, de modo que sean ellos quienes puedan programar y realizar el mantenimiento del mismo, además lo puedan convertir en un sistema dinámico²³.

Se desarrollará una herramienta para que se pueda visualizar el funcionamiento del sistema. La descripción de su uso se puede encontrar en el subcapítulo 4.6

3.8. SIMULACIÓN DEL PROCESO

Actualmente, en el mercado existen un sinnúmero de programas que permiten realizar simulaciones de determinados procesos, principalmente en el área de la industria. Elegir un programa depende de la funcionalidad que preste cada uno en relación a lo que se desee crear.

Inicialmente se tomó en consideración usar LabView de National Instruments, el cual resulta de gran utilidad en el área académica, principalmente porque se trata de un entorno gráfico, pero no resulta de gran utilidad en el área industrial, en donde se requiere un sistema en el que únicamente se pueda visualizar y registrar datos, mas no modificar de alguna manera el programa.

Como una opción adicional se consideró el uso de InTouch, el cual tiene gran aceptación en la industria a nivel nacional e internacional, debido a que su entorno de trabajo es muy sencillo y además muy amigable para cualquier tipo de proceso.

²³ Sistema dinámico. Sistema físico cuyo estado evoluciona en función del tiempo.

Este permite también visualizar la aplicación realizada en un entorno diferente al de desarrollo, por lo que no se puede modificar el programa de ninguna manera.

3.8.1. WONDERWARE INTOUCH²⁴

Wonderware InTouch ha sido el HMI (Human Machine Interface) número uno del mundo por más de 25 años y ofrece la legendaria facilidad de uso, líder en el mercado la innovación, la protección de la inversión, gráficos brillantes, excelente conectividad, mejor soporte de la industria y el ecosistema de socios más amplia. El galardonado software HMI es una solución HMI y SCADA de supervisión abierta y extensible que permite la creación rápida de aplicaciones de visualización, reutilizables estandarizados y el despliegue en toda la empresa sin tener que salir de la oficina. Utilizado en más de un tercio de las instalaciones industriales del mundo, el software InTouch continúa entregando valor de negocio en la sencillez de ingeniería, agilidad operativa y el dominio del rendimiento en tiempo real. Esto ayuda a impulsar el máximo rendimiento, una mayor agilidad, menores costos, mayor seguridad y menor riesgo.

El software de Wonderware se utiliza en diversas industrias, incluyendo: gestión de instalaciones, alimentos y bebidas, minería y metales, energía, petróleo y gas, y agua y aguas residuales.

3.8.2. COMPONENTES DE INTOUCH

Una vez iniciada la aplicación se pueden encontrar los siguientes componentes: Application Manager, WindowMaker y WindowViewer.

3.8.2.1. Application Manager

En esta primera pantalla se puede visualizar un directorio de aplicaciones creadas en el programa, con sus respectivas características (figura 3.2). En esta pantalla se pueden crear, borrar, importar y abrir aplicaciones.

²⁴ "Wonderware InTouch". Invensys.com. 6 de Agosto de 2014
<http://software.invensys.com/products/wonderware/hmi-and-supervisory-control/intouch/>

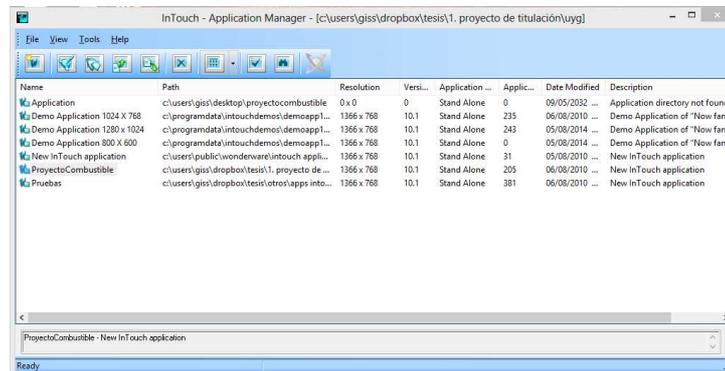


Figura 3.2 Application Manager InTouch
Fuente: Propia

3.8.2.2. WindowMaker

Consiste en el entorno de desarrollo proporcionado por InTouch para la creación de ventanas. Permite también agregar imágenes, animar gráficos, leer y escribir variables de entrada y salida y realizar la programación que se requiera (figura 3.3).

Proporciona infinidad de herramientas funcionales y amigables para crear aplicaciones fáciles de usar, como botones, figuras geométricas, símbolos industriales.

Además permite la creación de Scripts, los cuales constituyen una serie de comandos para realizar determinada acción.

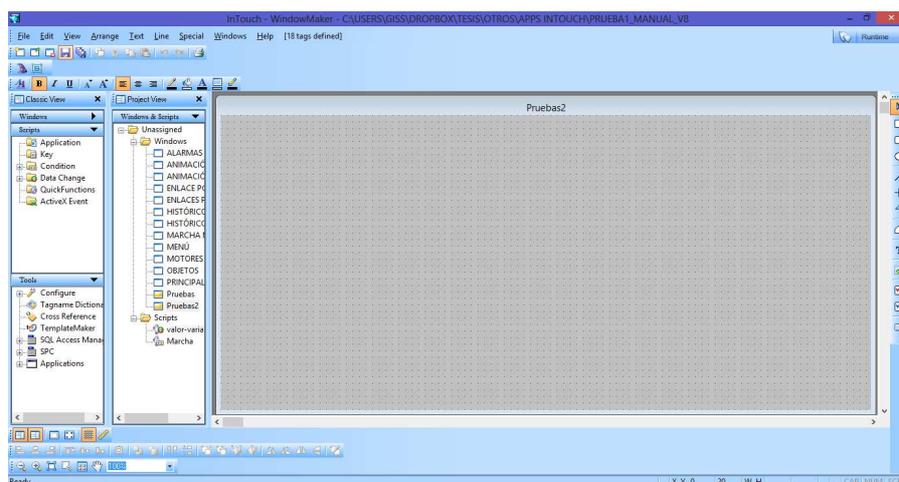


Figura 3.3 WindowMaker InTouch
Fuente: Propia

3.8.2.3. WindowViewer

Para poder visualizar la simulación efectuada, mediante un ícono en la esquina superior derecha (Runtime), se accede al WindowViewer (figura 3.4), en donde se ejecuta la programación realizada.

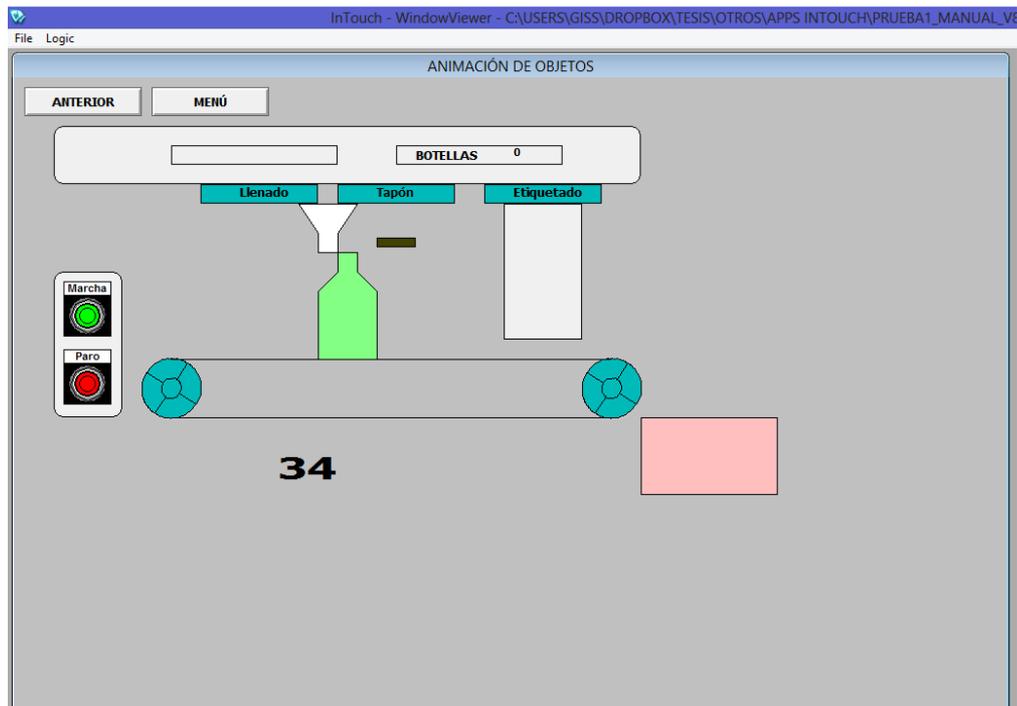


Figura 3.4 WindowViewer InTouch
Fuente: Propia

3.8.3. TAGNAMES

Un tag o tagname (figura 3.5) es la representación de una variable usada comúnmente en programación, pero para InTouch. Posee atributos necesarios para su correcta funcionalidad. Su uso resulta indispensable, debido a que permite enlazar los gráficos con referencias visuales, como texto, luces, botones, etc.

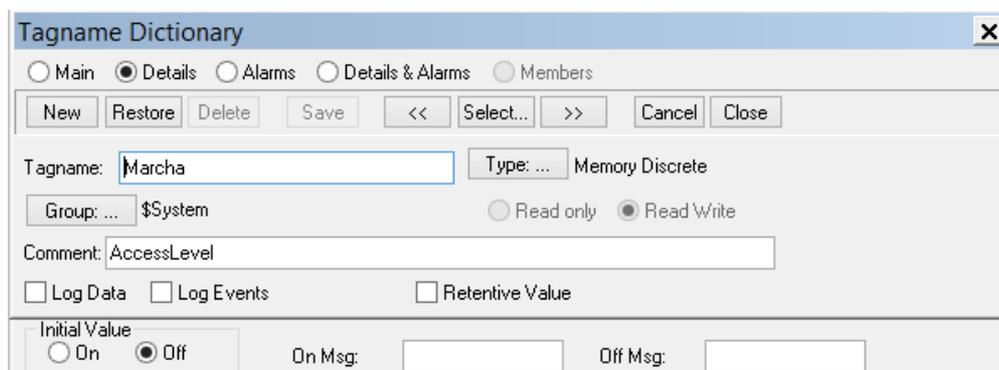


Figura 3.5 Diccionario de Tags

Fuente: Propia

Cada uno de los tags debe corresponder a un tipo específico según su uso. Los más comunes son: Memory Discrete (etiqueta interna), Memory Integer (entero de memoria), Memory Real (etiqueta de memoria decimal) y Memory Message (etiqueta de cadena de texto). Además existen Tags I/O (etiquetas de entrada y salida) que permiten enlazar datos a PLCs (controlador lógico programable) o datos en la red. Similar a los tags de memoria también existen tags I/O Discrete, I/O Integer, I/O Real e I/O Message. Para acceder a estos tags se requiere configurar protocolos de comunicación, como Microsoft DDE o Wonderware SuiteLink.

3.8.4. COMUNICACIONES DDE²⁵

DDE²⁶ es un protocolo de comunicaciones desarrollado por Microsoft para el intercambio de datos entre aplicaciones Windows. En este sistema estándar, la comunicación se establece automáticamente entre los programas que contemplan esta estructura (cliente-servidor). El programa que manda datos al bus DDE es el servidor y el cliente es el programa que recoge los datos. Ello permite que se pueda muy fácilmente crear programas con gestiones en VBASIC, EXCEL, etc., y pasar los datos a InTouch sin necesidad de un programa de comunicaciones.

²⁵ Comunicaciones DDE. Curso Intouch 8. Instituto de formación profesional "ETI" – Departamento de Electricidad. Moises Pérez. 11 de Agosto de 2014.

²⁶ Abreviación de Dynamic Data Exchange (intercambio dinámico de datos).

Los servidores de autómatas (IO Server) del cual dispone InTouch, permiten además enlazar vía DDE con la mayoría de los PLCs disponibles en el mercado, tanto en comunicación punto a punto como en red.

Para usar la comunicación DDE, los tags, cuyos datos serán enviados, deben corresponder al tipo I/O, como se muestran en la figura 3.6. Se procede a seleccionar el Access Name, en este caso, Excel. Se recomienda habilitar el cuadro que dice “Use Tagname as Item Name”, para que resulte más sencillo hacer la llamada del tag en Excel, caso contrario se deberá elegir la fila y la columna en donde se desea expresar el valor del tag.

Figura 3.6 Definición de un Tag tipo I/O

Fuente: Propia

3.8.5. ENLACE INTOUCH CON EXCEL

Para realizar el enlace entre InTouch y Excel se requiere configurar los Access Names (nombres de acceso) que permitirán identificar los tags de entrada y salida definidos en la aplicación.

Para ello, accediendo a la opción “Special” en la barra de menús del programa InTouch, se elige “Access Name”, lo cual despliega la siguiente ventana (figura 3.7):

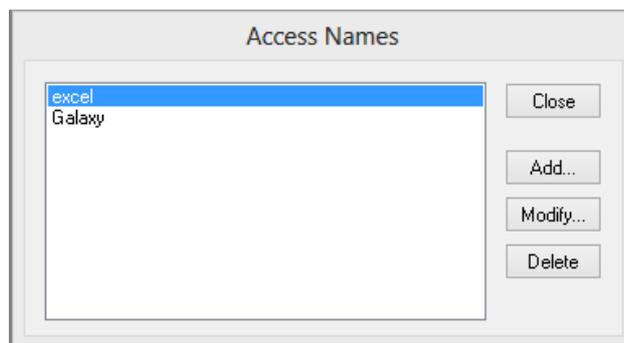


Figura 3.7 “Access Names”
Fuente: Propia

Se hace click en la opción “Add” y se muestra la siguiente ventana (figura 3.8):

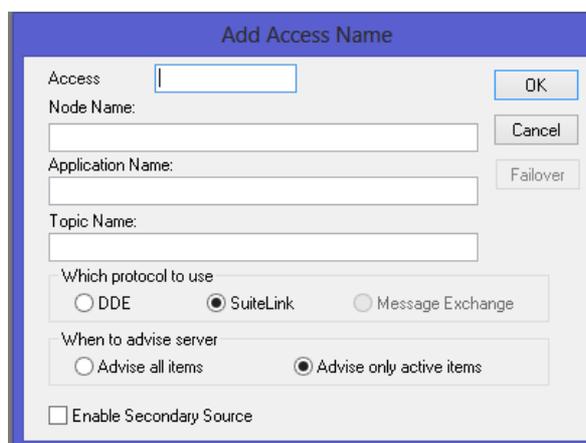


Figura 3.8 Ventana “Access Names”
Fuente: Propia

En el cuadro “Access” colocar un nombre con el cual InTouch usará dicho acceso. En el caso de que los datos a obtener se encuentren en una red, se debe especificar el nombre del nodo remoto. En el cuadro “Application Name” se coloca el nombre del programa que recibirá los datos de entrada y salida desde InTouch, en este caso es Excel. El “Topic Name” representa, en el caso de Excel, la hoja con la cual realizará el enlace. El protocolo a usar es el DDE, por la funcionalidad descrita en el subcapítulo 3.8.4.

En la figura 3.9 se muestra la configuración realizada en InTouch.

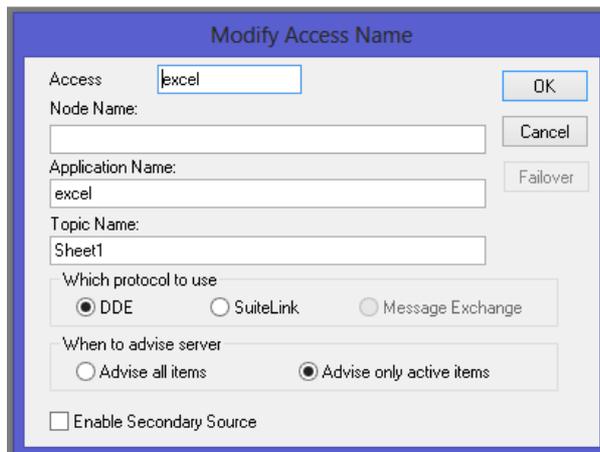


Figura 3.9 Ventana “Access Names” configurada para enlace con Excel
Fuente: Propia

Una vez realizada la configuración en InTouch, se procede a realizar la configuración en Excel, para lo cual se crea una nueva hoja de cálculo. En la celda que se desea obtener el dato de InTouch se escribe la siguiente función:

=View|Tagname!'NombreTag'

En InTouch se crea un botón que permita acceder a dicho archivo de Excel desde la aplicación, se da click derecho sobre él, se selecciona propiedades, en “Action” se escribe en el Script la función StartApp seguido, entre comillas, de la ruta a seguir para acceder al fichero del archivo de Excel que anteriormente se creó.

3.8.6. VENTANAS (SIMULACIÓN)

Para el proceso en cuestión se ha optado por la creación de cinco ventanas, las cuales se encuentran desarrolladas, animadas, programadas y listas para demostrar la funcionalidad del proceso a implementar.

La primera pantalla (figura 3.10) posee cuatro botones que dirigen a una ventana respectivamente, las cuales constituyen la presentación del sistema y la simulación como tal del proceso de abastecimiento. Además un botón para salir de la aplicación.

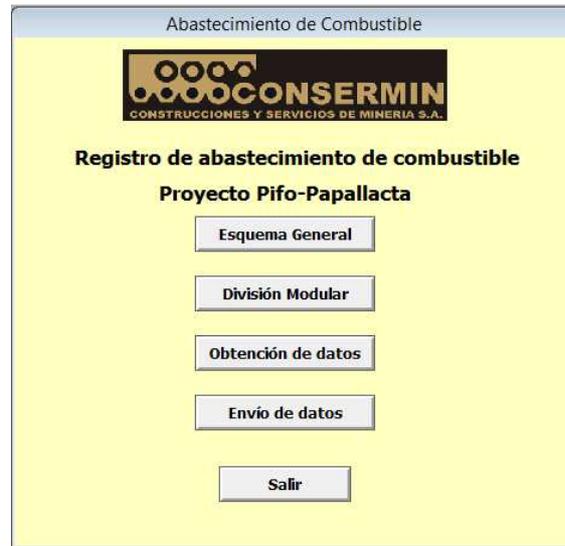


Figura 3.10 Ventana Principal “Abastecimiento de Combustible”
Fuente: Propia

El primer botón dirige al esquema de conexión del sistema (figura 3.11) propuesto por la autora de este proyecto para dar solución a los problemas existentes. La descripción del mismo se encuentra en el subcapítulo 3.6.3.

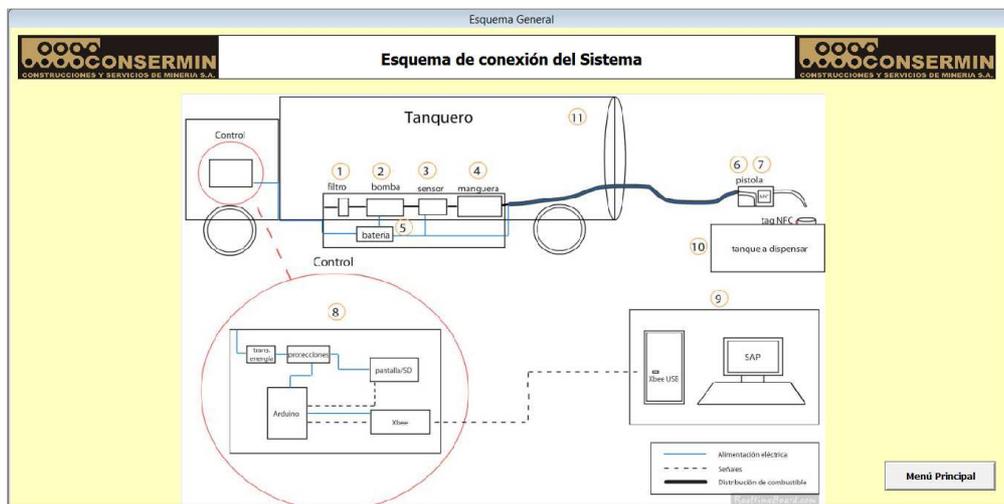


Figura 3.11 Ventana “Esquema de conexión del Sistema”
Fuente: Propia

En la ventana División Modular (figura 3.12), se representa, de manera técnica la descripción del sistema a implementar en base a módulos, cuya descripción se encuentra en el subcapítulo 2.6.4.

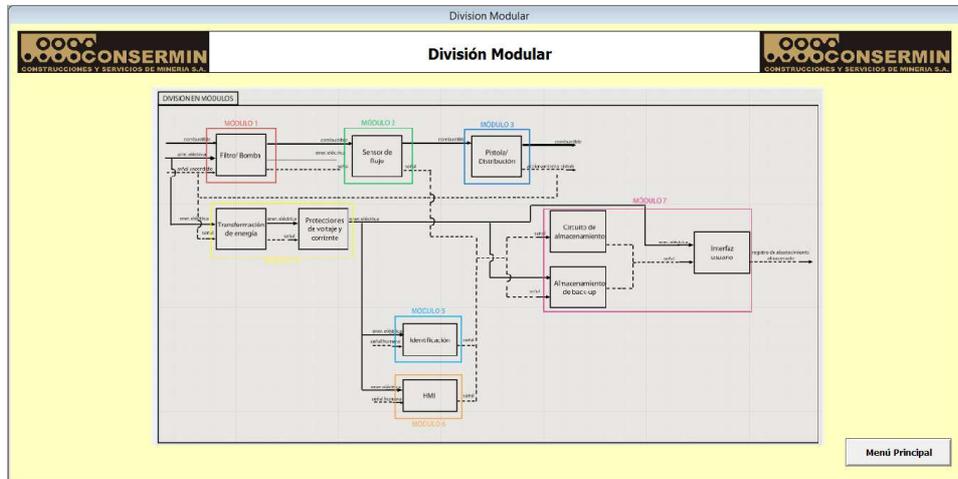


Figura 3.12 Ventana “División Modular”
Fuente: Propia

La siguiente ventana consiste en la simulación del proceso (figura 3.13), en la cual se encuentran representados de forma gráfica, el tanquero dispensador y sus componentes, el transformador de corriente, las protecciones, el medidor de combustible, la pistola automática, la fecha y hora, la pantalla táctil, dos sistemas de almacenamiento y cuatro maquinarias con sus respectivos tanques a abastecer.

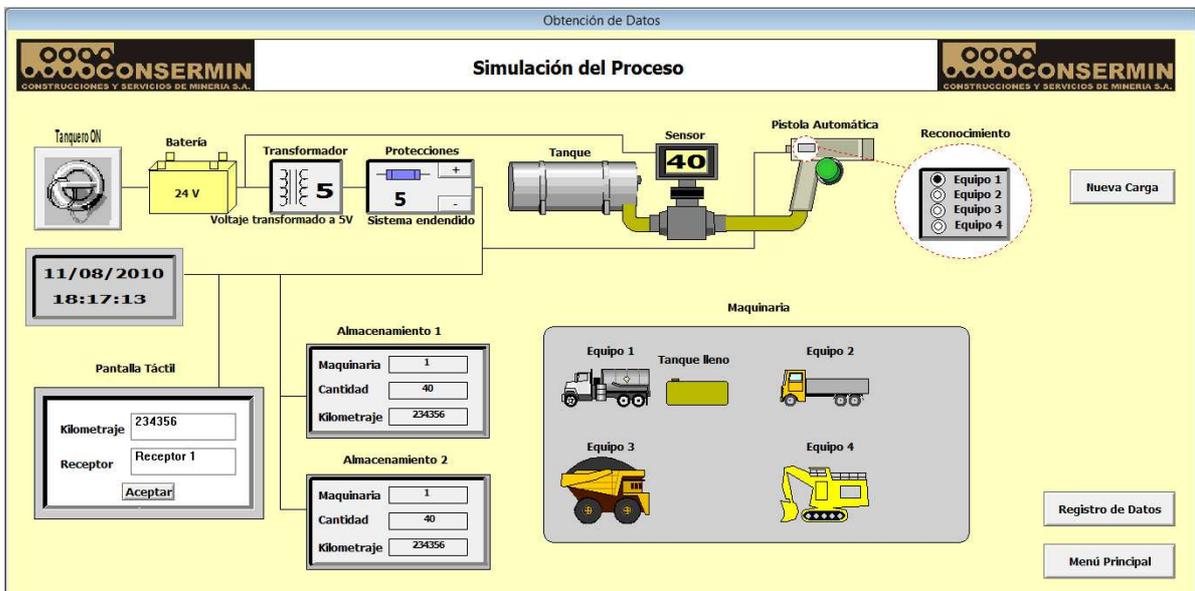


Figura 3.13 Ventana “Simulación del Proceso”
Fuente: Propia

En la pantalla final (figura 3.14) se muestran los datos recibidos de la carga realizada y un botón con un enlace a una hoja de Excel, en el cual se despliega la información obtenida.



No.	Equipo	Kilometraje	Hora	Fecha	Cantidad	Receptor
1	1	234356	18:17:33	11/08/2010	40	Receptor 1

Figura 3.14 Ventana “Datos Recibidos”
Fuente: Propia

CAPÍTULO 4

CONSIDERACIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En este capítulo se describe la puesta en marcha del sistema y la ejecución de la herramienta visual, simulada en Wonderware InTouch.

4.1. PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

Para el funcionamiento del sistema se debe tomar en cuenta el esquema de ensamblaje presentado en el subcapítulo 3.6. También se empleará el software Wonderware InTouch para la adquisición de los datos obtenidos durante el abastecimiento de combustible.

La instalación y montaje debe ser realizado por personal capacitado (se recomienda un Ingeniero Mecánico Automotriz y un Ingeniero Eléctrico o Electrónico). Además, se debe calibrar el medidor de flujo con generador de pulsos y la verificación del correcto funcionamiento del equipo electrónico y mecánico según especificaciones del equipo.

El medidor de flujo 900DP de la marca Fill-Rite se encuentra previamente calibrado de fábrica y cuenta con una precisión de +/- 1.25%, pero si no se adquiere aquel medidor o en caso de requerir una calibración adicional, se debe proceder de la siguiente manera:

1. Conectar, mediante una manguera, el medidor de flujo, el filtro y una pistola manual, como se muestra en el diagrama del subcapítulo 3.6.3. El uso de la bomba no es necesario porque no se necesita mayor presión debido a que el combustible desciende del tanque 1 por efecto de la gravedad.
2. Disponer de dos recipientes grandes o dos tanques pequeños, los cuales se encuentren vacíos y limpios, y adecuar uno de ellos (tanque 1) para conectar una manguera.
3. Conectar el sistema al tanque 1.

4. Colocar 5 GLS de diésel dentro del tanque 1.
5. Realizar una carga con la pistola dentro del tanque 2.
6. Registrar el dato obtenido en una tabla de forma manual.
7. Colocar nuevamente el diésel del tanque 2 al tanque 1 y realizar otra vez el procedimiento hasta obtener 10 medidas.
8. Comparar los datos obtenidos y obtener el error.
9. El medidor se encuentra calibrado.
10. Montar el sistema en el tanquero.

Para una mejor visualización, refiérase a la figura 4.1.

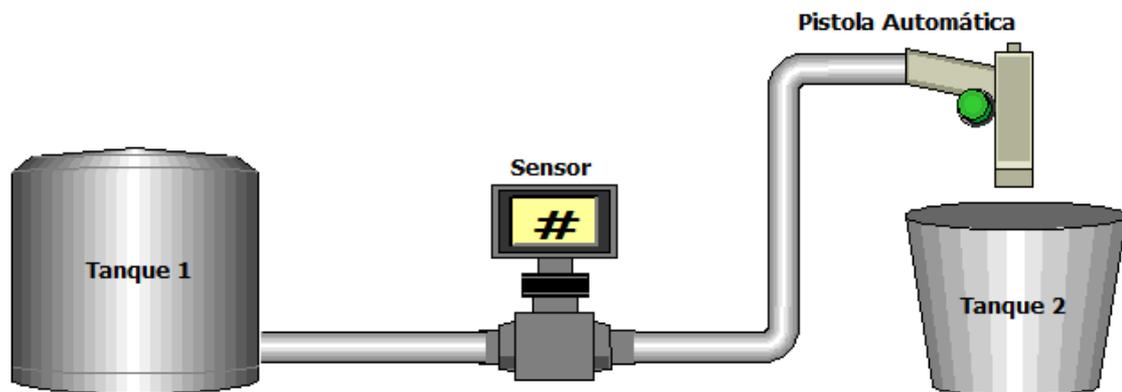


Figura 4.1 Calibración del medidor de flujo
Fuente: Propia

Con la ayuda de un Ingeniero Electrónico, comprobar que los equipos electrónicos funcionen correctamente, se enciendan y que no existan averías a nivel físico externo e interno.

Verificar que el sistema mecánico se encuentre en buenas condiciones, es decir, que la manguera no esté rota o desgastada, la pistola no presente averías físicas, el filtro se encuentre en buen estado y la bomba no presente golpes o daños físicos.

Una vez que se ha constatado que el sistema implementado se encuentre en óptimas condiciones, se realizan las pruebas para verificar que la información

recolectada por el sistema es confiable y está lista para el funcionamiento en la empresa. Para ello se realiza lo siguiente:

1. Vaciar el tanquero.
2. Limpiar el tanque para eliminar todo tipo de impurezas.
3. Colocar el diésel previamente filtrado desde los tanques estacionarios, al tanquero.
4. Encender el motor del tanquero.
5. Constatar que todos los dispositivos electrónicos se enciendan.
6. Comprobar que los respectivos tags se encuentren en buenas condiciones y bien posicionados junto a los tanques de los equipos a abastecer.
7. Cargar de combustible al tanque, usando la pistola automática.
8. Registrar los datos de kilometraje u horómetro y el nombre de la persona que receipta el combustible, tanto en la pantalla táctil, como en papel, con el objetivo de corroborar datos posteriormente.
9. En la pantalla del medidor verificar la cantidad de combustible que pasa por él y tomar nota manualmente.
10. En bodega, comparar los datos obtenidos manualmente en papel, con los datos del archivo recibido en forma inalámbrica.
11. Documentar los resultados de la prueba.

4.2. CONSIDERACIONES ANTE FALLOS

Para evitar que algún módulo falle y prolongar la vida útil del sistema, se debe programar y realizar mantenimientos preventivos, los cuales consisten en lo siguiente:

- Efectuar revisiones periódicas de los dispositivos cada cierto tiempo, por ejemplo cada mes, con el fin de localizar y analizar posibles averías.
- Realizar un checklist para verificar las tareas por cumplir.
- Proveer de módulos adicionales con anterioridad.

En el caso de que el sistema no funcione correctamente o un módulo se encuentre defectuoso se recomienda que personal capacitado realice un mantenimiento correctivo, el cual abarca lo siguiente:

- Planificar y realizar un plan de mantenimiento correctivo con las respectivas herramientas y hojas de ruta necesarias.
- En el caso de hallar una falla, se recomienda reemplazar el módulo averiado.
- Contar con las herramientas necesarias y personal capacitado para el reemplazo. No se recomienda dejar esta acción en manos de personas no autorizadas, ya que el daño podría ser mayor.
- Evaluar la gravedad del daño, ya que podría requerir medios propios o ajenos para resolverlo.
- Tomar en cuenta las normas de calidad de los equipos antes de trabajar sobre ellos, así también, regirse a los manuales de mantenimiento o planos eléctricos de los mismos en caso de poseerlos.
- Aplicar normas de seguridad industrial que la empresa crea conveniente, con el fin de proteger la integridad física de las personas que manipulan el sistema, ya sea por uso o por realización de mantenimiento.

Se recomienda adicionalmente, documentar el proceso después de cada intervención, ya sea al realizar mantenimiento preventivo o correctivo.

4.3. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Previo a la implementación del sistema, se recomienda planificar y realizar una reunión para presentar y explicar el funcionamiento de este nuevo proceso, tanto a la empresa, el personal administrativo y a los usuarios, con el fin de que se puedan resolver todas las dudas que puedan existir.

Es competencia de la empresa planificar y realizar capacitaciones a los usuarios del sistema. Resulta importante abarcar temas como el correcto uso, mantenimiento preventivo y correctivo, prevención de daños, apropiación de tecnología en la empresa, optimización del proceso, concienciación, seguridad industrial, etc.

Puede resultar útil la simulación para que los usuarios comprendan mejor el funcionamiento de una manera didáctica y segura. Así también, este documento puede ser de ayuda para todos aquellos que requieran información adicional sobre el sistema, ya que en él se describe a detalle todo el procedimiento realizado.

Se recomienda delegar a dos personas para que se responsabilicen por el cuidado del sistema, con el fin de evitar daños en él. Puede ser el operador del camión, quien también se recomienda que sea el único que registre los datos en la pantalla. Además deberá tomar precauciones con respecto a otras personas que ingresen a la cabina del tanquero, para evitar cualquier tipo de circunstancia.

También se recomienda proporcionar manuales de usuario impresos o ubicarlos en un sitio estratégico, para que los operadores de las maquinarias y el conductor del tanquero abastecedor puedan acceder fácilmente a ellos.

4.4. MANUAL DE USUARIO

El manual de usuario del sistema se puede encontrar en el anexo G, el cual ha sido desarrollado para que los usuarios puedan entenderlo fácilmente, así también, se encuentra una sección con solución de problemas y preguntas frecuentes (FAQ's) para ayudar a resolver posibles inconvenientes.

4.5. SOPORTE PARA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Para realizar la implementación y puesta en marcha del sistema, se recomienda tomar en cuenta el manual de implementación en el anexo H, el cual cuenta también con solución de problemas y preguntas frecuentes (FAQ's) para ayudar a resolver posibles inconvenientes.

4.6. EJECUCIÓN DE LA SIMULACIÓN EN EL SOFTWARE

WONDERWARE INTOUCH

El análisis y el diseño del sistema permiten crear una herramienta que ayude a simular el proceso, visualizarlo de mejor manera, y a su vez, realizar pruebas, tabular

la información, con ello, mejorar el proceso y hacerlo dinámico e interactivo, hacerlo amigable para el usuario; con el fin de que, una vez implementado, aporte una solución práctica y de fácil operación.

Para comprobar que la simulación funcione, se realiza el procedimiento descrito a continuación, con cada uno de los cuatro tanques y se verifica que los datos obtenidos se encuentren en el archivo de Excel.

En el escritorio se selecciona el archivo “Proyecto Combustible” (figura 4.2).



Figura 4.2 Ícono de acceso directo a la simulación “Proyecto Combustible”
Fuente: Propia

Al iniciar la aplicación, el programa trata realizar el enlace entre InTouch y Excel, por lo que intenta abrir la aplicación. Seleccionar No.

Se abre la ventana principal (figura 4.3). Hacer click en el botón “Obtención de datos”.



Figura 4.3 Selección “Obtención de Datos”
Fuente: Propia

A continuación aparece una pantalla casi vacía (figura 4.4). En la parte superior izquierda se encuentra una llave, al hacer click sobre la llave se enciende el tanquero y da inicio al proceso. La misma llave permite apagar todo el sistema.



Figura 4.4 Accionamiento del tanquero
Fuente: Propia

La batería del camión se enciende y proporciona el voltaje que requiere el sensor para su funcionamiento. Su conexión es directa debido a trabaja a 24v, mismos que son proporcionados por la batería, además cuenta con seguridad para voltaje y corriente. Las líneas delgadas representan el paso de corriente. Adicionalmente, la gráfica muestra que el tanquero está conectado al sensor y éste a la pistola automática mediante mangueras, como se muestra en la figura 4.5.

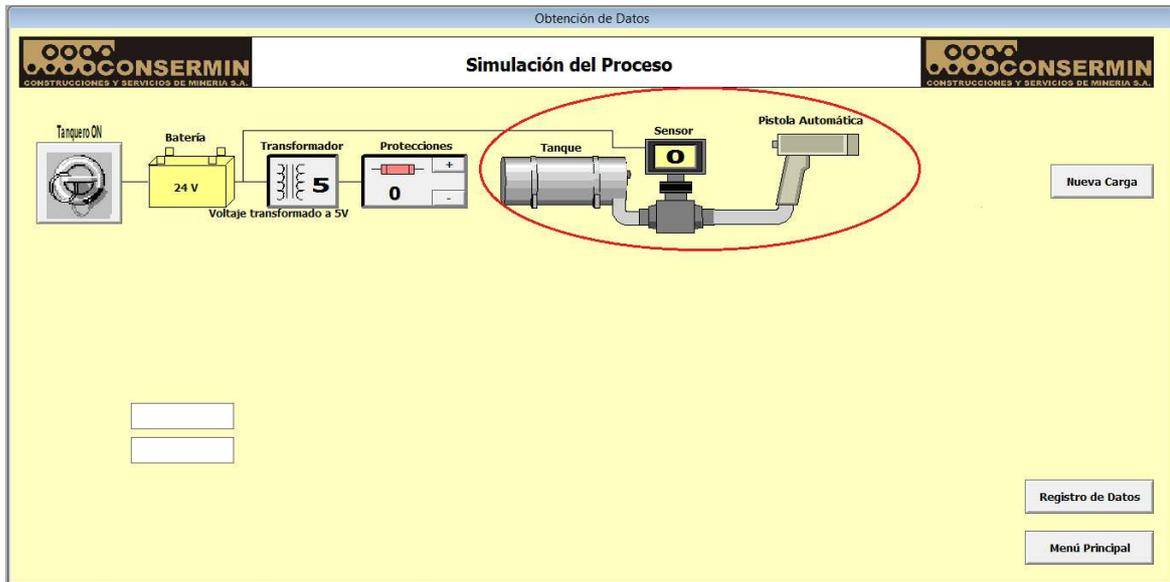


Figura 4.5 Alimentación de voltaje al medidor
Fuente: Propia

A partir de la batería, mediante un transformador, se obtienen los 5V necesarios para el funcionamiento de los equipos electrónicos, como se muestra en la figura 4.6.

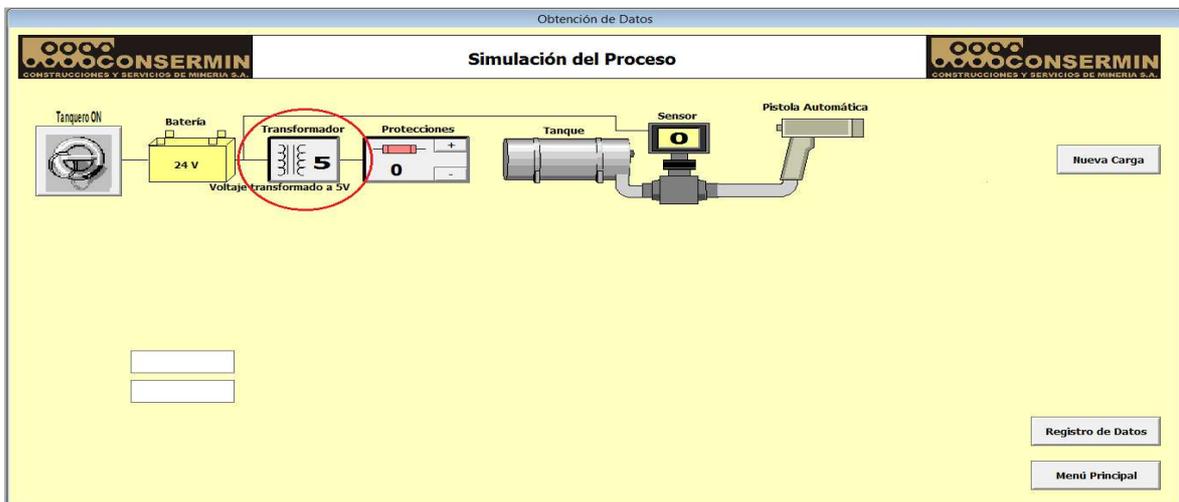


Figura 4.6 Alimentación a equipos electrónicos
Fuente: Propia

El sistema está diseñado de tal manera que no pueda funcionar si no existen los 5V necesarios, por lo que el cuadro de protecciones se puede manipular manualmente para comprobar que el sistema no admite más o menos de 5V, por motivos de

seguridad. Una vez que, mediante el signo + se obtenga el número 5, se despliega todo el sistema electrónico, con su respectivo paso de corriente (líneas), además de los equipos a abastecer, figura 4.7.

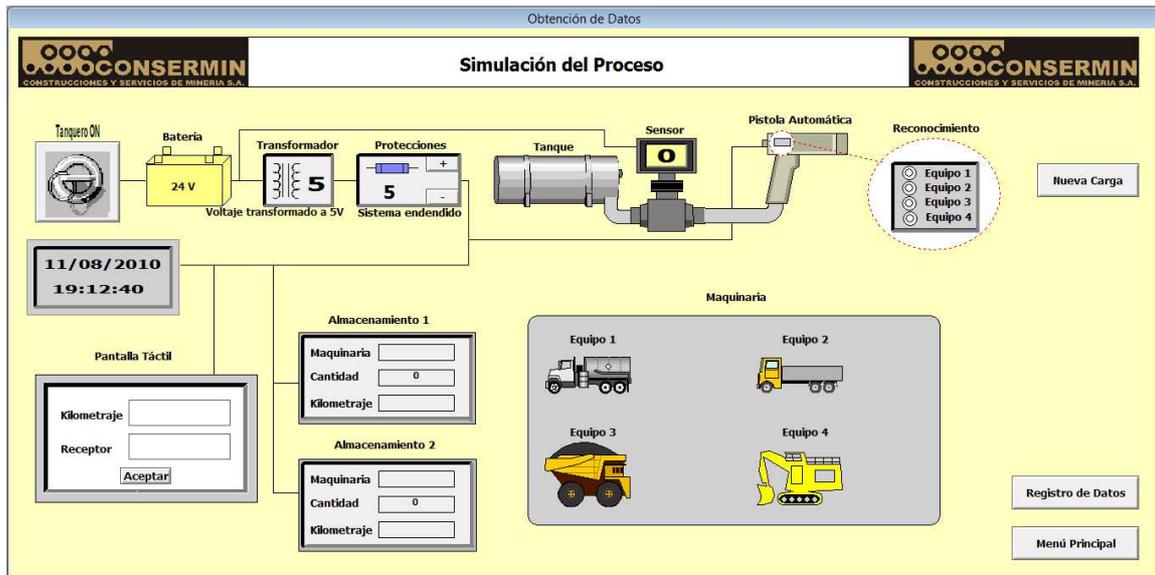


Figura 4.7 Alimentación a equipos electrónicos
Fuente: Propia

Se puede notar también, que sobre la pistola se encuentra un círculo pequeño con líneas punteadas de color rojo, mismo que al ampliarlo, permite elegir el equipo a dispensar, como se muestra en la figura 4.8. Esto sucede porque en la pistola se encuentra el lector de tags NFC, por lo que necesita la corriente y voltaje adecuados para su funcionamiento.

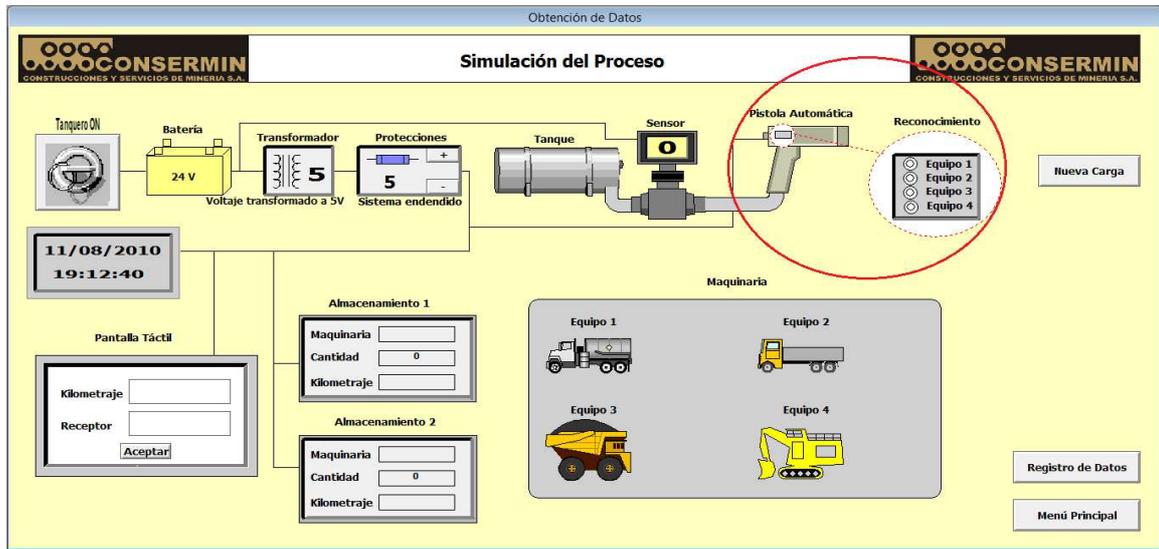


Figura 4.8 Lector NFC
Fuente: Propia

Es entonces cuando el sistema se encuentra listo para operar. Para lo cual primero se debe escoger el equipo a abastecer y a continuación, junto a la pistola, aparecerá un botón verde, el cual representa el gatillo de la pistola automática. Dar click sobre él y empezará a cargar. (Figura 4.9).

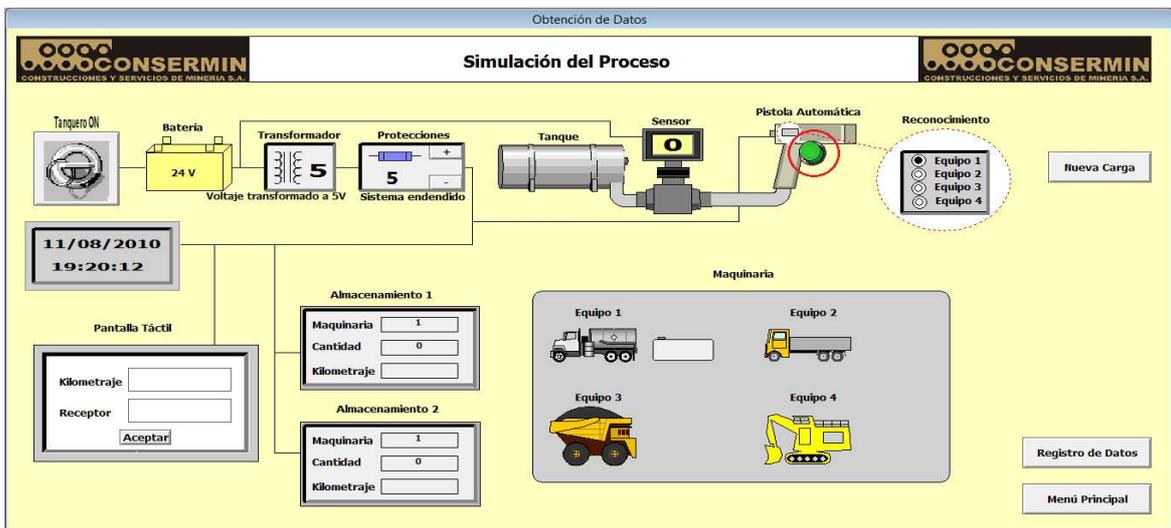


Figura 4.9 Accionamiento del gatillo de la pistola
Fuente: Propia

Cada equipo está programado para que se llene con cierta cantidad, el equipo 1 con 40, el equipo 2 con 20, el equipo 3 con 30 y el equipo 4 con 45 galones. El sensor cuenta con una pantalla que permite constatar cuánto combustible pasa a través de él, como se puede apreciar en la figura 4.10.

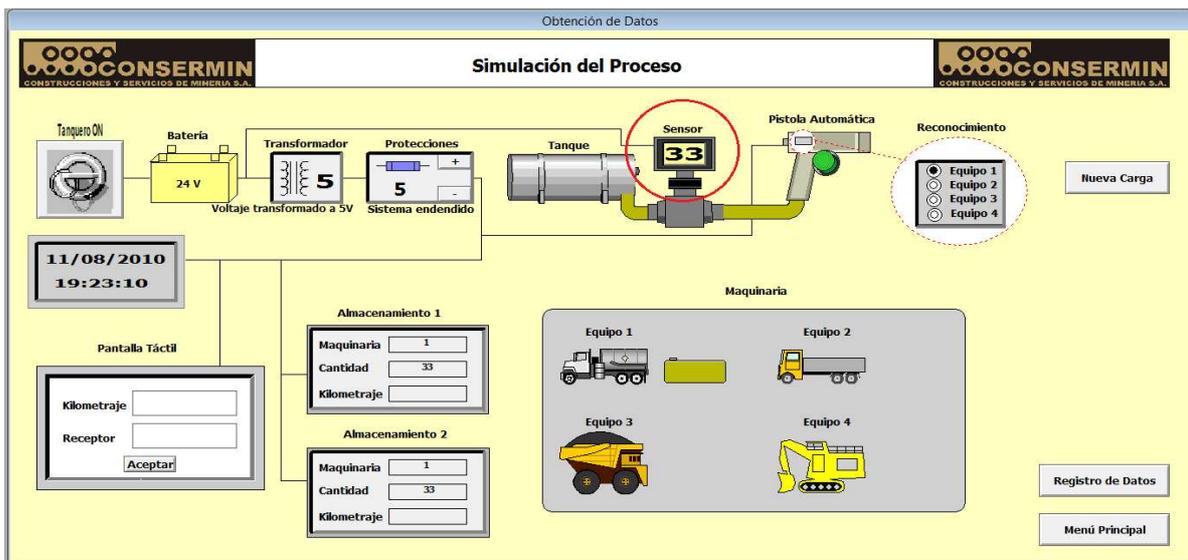


Figura 4.10 Sensor en funcionamiento
Fuente: Propia

Adicionalmente, se puede constatar que en el área de maquinaria, junto a cada equipo se encuentra un tanque pequeño de combustible, el cual se va llenando paulatinamente según la cantidad suministrada. Sobre él aparece una frase que indica que el tanque está lleno según los niveles de cada equipo detallados anteriormente. (Figura 4.11).

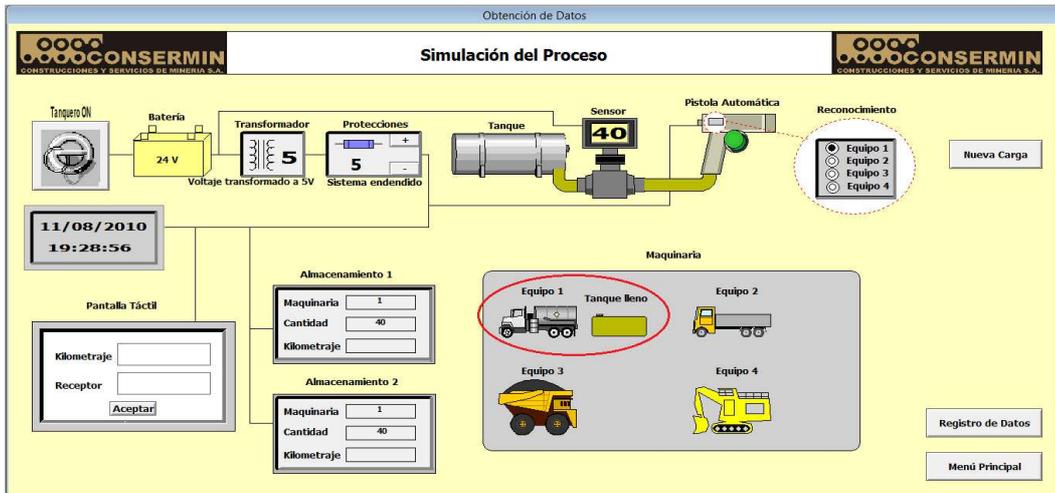


Figura 4.11 Equipo abastecido
Fuente: Propia

En el cuadro que representa la pantalla táctil (figura 4.12), escribir en los cuadros en blanco el kilometraje y el nombre de la persona que opera el equipo abastecido. Una vez que no existan errores, presionar el botón Aceptar.

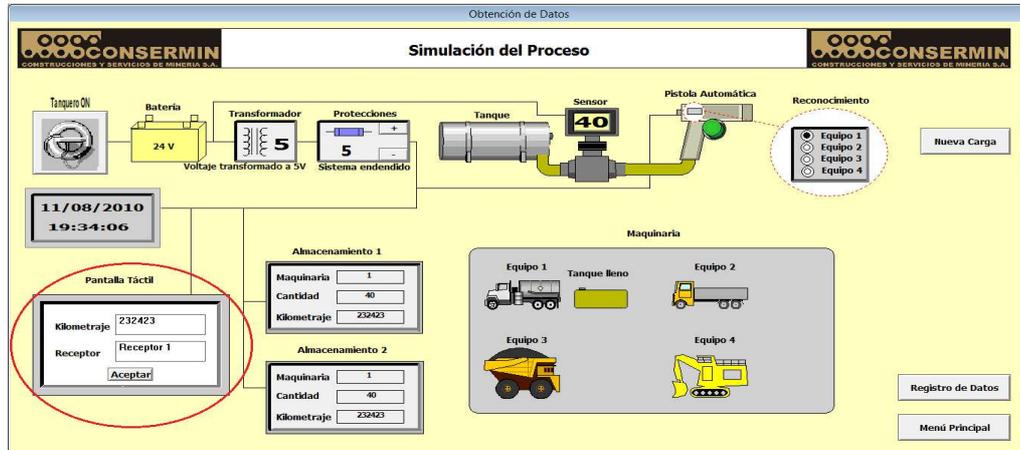


Figura 4.12 Pantalla táctil
Fuente: Propia

Se puede notar en las imágenes que representan al almacenamiento (figura 4.13), los datos correspondientes al número de maquinaria, la cantidad abastecida y el kilometraje previamente ingresado.

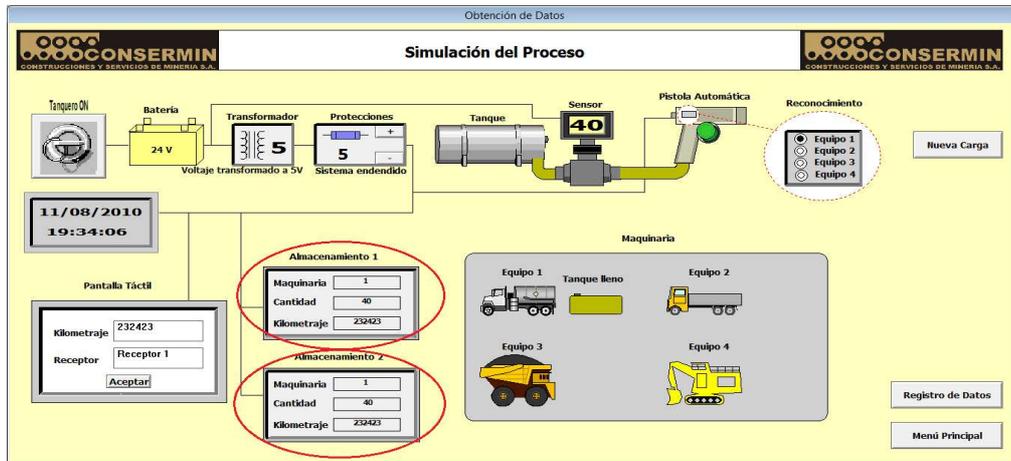


Figura 4.13 Almacenamiento 1 y 2
Fuente: Propia

La carga se ha realizado exitosamente y los datos están registrados. Para realizar una nueva carga presionar el botón Nueva Carga, ubicado en la esquina superior derecha (figura 4.14). Todos los datos registrados se borran para dar paso a los nuevos.

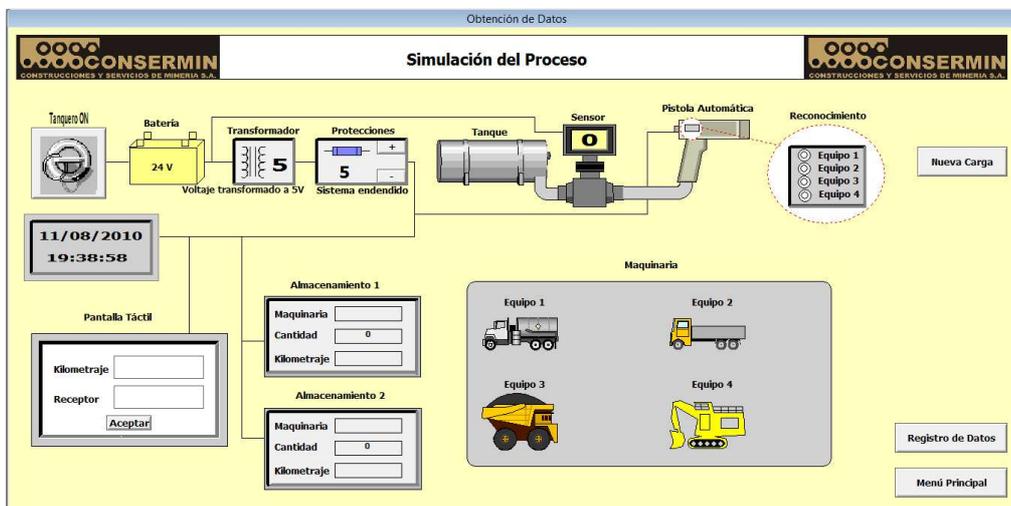


Figura 4.14 Simulación lista para registrar nueva carga
Fuente: Propia

Se constató que había la posibilidad de continuar a la ventana de registro sin que se hayan ingresado todos los datos, por lo que se decidió implementar mensajes que guíen a los usuarios de la simulación, para que ingresen todos los datos antes de

proceder, como se muestra en la figura 4.15. Tras implementar dichos mensajes, el sistema resulta muy intuitivo y fácil de usar.



Figura 4.15 Ventana “Simulación del Proceso” con mensajes de ayuda
Fuente: Propia

Para proceder a visualizar la información recibida dar click sobre el botón Registro de Datos, ubicado en la esquina superior derecha, sobre el botón que conduce al Menú Principal. Se desplegará la siguiente pantalla (figura 4.16), en la cual se registra la última carga realizada.



Figura 4.16 Datos recibidos tras la última carga realizada
Fuente: Propia

Para visualizar los datos de dicha carga, presione el botón con el ícono de Excel (figura 4.17).



Figura 4.17 Botón Excel
Fuente: Propia

Se presenta un cuadro de diálogo, el cual indica que otro programa está tratando enlazarse con Excel, para lo cual debe hacer click en "Update", para actualizar la información. Los datos obtenidos se muestran en la figura 4.18.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Registro de Combustible Pifo-Papallacta						
2	Equipo	Kilometraje	Hora	Fecha	Cantidad	Receptor	
3	2	56789	13:47:22	17/09/2010	20	Gisell Alban	
4	3	1234	13:48:30	17/09/2010	30	Nombre 1	
5	2	122342	12:52:48	18/09/2010	20	DFDSFSF	
6							
7							

Figura 4.18 Archivo "Registro" Datos Recibidos en Excel
Fuente: Propia

El archivo de Excel está protegido contra escritura, por lo que si se intenta cambiar algún dato de la hoja de cálculo, aparecerá un cuadro de dialogo indicando de no se puede realizar la acción, a no ser que se cuente con la contraseña que protege al archivo.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO Y PRESUPUESTO REFERENCIAL

Es importante recalcar que el análisis realizado en el subcapítulo 2.9, aborda únicamente el diseño y la selección de equipos para solucionar los problemas en el abastecimiento de combustible en el proyecto de ampliación de la vía Pifo - Papallacta.

Por lo que se realizará un presupuesto referencial y un análisis económico del proyecto, de tal manera que se logre conocer el costo real del sistema y se determine si es rentable o no.

5.1. PRESUPUESTO REFERENCIAL DEL PROYECTO

Es un presupuesto referencial debido a que se trata del costo del sistema al momento del diseño del proyecto y puede variar al momento en que se decida o no la implementación del mismo.

Para determinar el costo total del proyecto, se requiere determinar el costo individual de los materiales, la fabricación, el diseño, las pruebas y los imprevistos que se encuentren durante la elaboración del mismo.

5.1.1. COSTO DE LOS MATERIALES

En la tabla 5.1 se encuentran los costos de la instrumentación y dispositivos que serán adquiridos para la implementación del sistema.

Tabla 5.1 Costo de los materiales

MATERIAL	CANT.	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Filtro para diésel	1	150,00	150,00
Bomba para combustible	1	950,00	950,00
Sensor de flujo	1	1160,00	1160,00
Manguera y pistola	1	1230,00	1230,00
Transformador	1	50,00	50,00
Fusibles	2	0,10	0,20
Lector RFID	1	70,00	70,00
Tags RFID	40	6,00	240,00

Pantalla táctil	1	80,00	80,00
Arduino Mega	1	70,00	70,00
Tarjeta SD	1	15,00	15,00
XBEE Pro	2	75,00	150,00
Cable	10	6,00	60,00
Total			4225,20

Fuente: Propia

5.1.2. COSTO DE LA FABRICACIÓN

Debido a que en la implementación del sistema se requieren algunos procesos mecánicos, en la tabla 5.2, se representa el costo de maquinado de los siguientes elementos:

Tabla 5.2 Costo de la fabricación

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Caja hermética	1	30,00	30,00
Implementación de equipos	1	20,00	20,00
Implementación electrónica	1	20,00	20,00
Total			70,00

Fuente: Propia

5.1.3. COSTO DEL DISEÑO

El costo del diseño se determina calculando el 20% del costo total de materiales y fabricación.

$$\text{Diseño Total} = 0,2 * (\text{Costo Total Materiales} + \text{Costo Total Fabricación})$$

$$\text{Diseño Total} = 0,2 * (\$4225,20 + \$70)$$

$$\text{Diseño Total} = \$859,04$$

5.1.4. COSTO DE LAS PRUEBAS

Para determinar el costo de las pruebas se considera la colaboración de un Ingeniero Electrónico y un Ingeniero Mecánico Automotriz, quienes serán los encargados de realizar las conexiones eléctricas en el tanquero y las pruebas respectivas. El costo estimado por cada uno de los ingenieros es de \$20 por hora y el tiempo aproximado empleado sería de 2 horas para cada uno.

Adicionalmente, en esta sección se incluyen los costos de elaboración de los manuales de usuario, operación y mantenimiento, presentados en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Costo de las pruebas

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Ingeniero Electrónico	2	20,00	40,00
Ingeniero Mecánico	2	20,00	40,00
Manuales	3	5,00	15,00
Total			95,00

Fuente: Propia

5.1.5. COSTO DE LOS IMPREVISTOS

Para determinar los imprevistos, se utiliza el criterio de costo de imprevistos para proyectos, el cual consiste en el 2% del costo total del proyecto.

Imprevistos Total = 0,02 * (Materiales + Fabricación + Diseño + Pruebas)

Imprevistos Total = 0,02 * (\$4225,20 + \$70,00 + \$859,04 + \$95,00)

Imprevistos Total = \$104,98

5.1.6. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Se obtiene mediante la suma de todos los costos obtenidos anteriormente, como se muestra en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Costo Total

COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Materiales	4225,20
Fabricación	70,00
Diseño	859,04
Pruebas	95,00
Imprevistos	104,98
Total	5354,22

Fuente: Propia

De esta manera, se puede observar que el costo del sistema tendrá un valor de \$5354,22, en el caso de realizar la implementación a 40 máquinas, el cual será

financiado por la empresa CONSERMIN S.A., en el momento en que decida aceptar el proyecto.

5.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico permite identificar, desde el punto de vista de un participante en el proyecto, los egresos atribuibles a la realización de éste y en consecuencia la rentabilidad o no generada por el mismo, obteniendo de esta manera el beneficio que se obtendrá producto de la implementación del proyecto.

Este análisis resulta de mucha importancia para la empresa Consermin S.A., ya que permitirá decidir si se implementa o no el proyecto, midiendo la rentabilidad de la inversión.

La razón por la que se realiza un análisis económico y no uno financiero se debe a que la evaluación económica no es más que una medida de eficiencia en la que se apropia de tecnología para mejorar un área en determinado entorno y no genera ingresos.

Para conocer los costos asociados a este proyecto, se debe tomar en cuenta únicamente los costos generados en la implementación del sistema. No se deben incluir los costos muertos, es decir, aquellos costos ya realizados, porque fueron previamente cubiertos en el desarrollo de otros proyectos.

Para determinar el ahorro producido por el sistema, se deben realizar protocolos de prueba, que permitan determinar el porcentaje real del ahorro producido, pero ya que el diseño utiliza dispositivos de alta precisión, se puede estimar un ahorro del 1,5% del combustible que actualmente la empresa compra. Este valor a su vez, representa aproximadamente el total de pérdidas que actualmente existen en el proyecto sin la implementación del sistema.

Una vez implementado el sistema, la empresa podrá evitar en su mayoría las pérdidas producidas por los problemas anteriormente señalados. De esta manera, en lugar de adquirir en promedio \$3 500 000,00 en combustible para 12 meses, podrá

adquirir \$3 450 000,00 para abastecer la misma cantidad de maquinaria en el mismo periodo de tiempo. Lo cual representaría un beneficio anual de \$50 000,00 para la empresa.

Como se pudo observar en el subcapítulo 5.1.6, el costo total de implementación del proyecto será \$5354,22. Este costo de inversión resulta intrascendente comparado con el beneficio que obtiene la empresa con el objetivo de reducir sus pérdidas.

Con los costos obtenidos, se procede a realizar el flujo de fondos (tabla 5.5), para analizar la rentabilidad del proyecto. En éste se describen los ingresos y los egresos que realiza el proyecto durante la duración del mismo, que tratándose de un proyecto de ingeniería, se estima una vida útil de cinco años.

Tabla 5.5 Flujo de Fondos correspondiente al sistema a implementar

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	0,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
Egresos	3600,00	9254,22	9254,22	9254,22	9254,22	9254,22
Flujo de Fondos	-9600,00	25975,43	25975,43	25975,43	25975,43	25975,43

Fuente: Propia

La elaboración detallada del flujo de fondos se puede encontrar en el anexo I.

Una vez realizado el flujo de fondos, se procede a utilizar los indicadores de rentabilidad del proyecto: el TIR, el VAN, el tiempo de recuperación de capital y la relación costo/beneficio.

5.2.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Representa la suma presente que es equivalente a los ingresos netos futuros y presentes de un proyecto²⁷.

²⁷ Ecuación del VAN:

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1 + k_1)} + \frac{Q_2}{(1 + k_1)(1 + k_2)} + \dots + \frac{Q_n}{(1 + k_1)(1 + k_n)}$$

Siendo:

A = valor de la inversión inicial

Qi = valor neto de los distintos flujos de caja (flujos positivos y negativos)

Ki = tasa del retorno del periodo

Para determinar si el proyecto es rentable se toma en consideración lo siguiente:

- Si VAN >0 el proyecto debe ser aceptado
- Si VAN = 0 es indiferente entre realizar el proyecto
- Si VAN <0 el proyecto no vale la pena

En este caso, se obtiene que el VAN representa \$ 75.451,20, por lo que el proyecto es rentable, como se muestra en el apartado correspondiente al VAN en el anexo I.

5.2.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Se define como la tasa de interés que hace que valor actual neto sea igual a cero²⁸.

Se representa en forma de porcentaje, y en éste análisis corresponde al 270%, como se presenta en el anexo I; por lo que demuestra que el proyecto sí es rentable.

5.2.3. TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL

La recuperación de capital se determina cuando el flujo de fondos para el inversionista se torna positivo, lo cual se puede apreciar en el apartado correspondiente a “Tiempo de recuperación de capital” en el anexo I, que en este caso, ocurre al primer año.

²⁸ Ecuación del TIR

$$TIR = -A + \frac{Q_1}{1+r} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n} = 0$$

Siendo:

r = tasa de retorno o TIR, que en este caso es la incógnita

A = desembolso actual

Q1, Q2...Qn = flujos netos de caja de cada periodo

5.2.4. RELACIÓN COSTO/BENEFICIO (RCB)

Para determinar el beneficio que se va a obtener se requiere dividir el valor presente de los beneficios netos para el valor presente de los costos netos²⁹.

El criterio de decisión es el siguiente:

- Si $RCB > 1$ se acepta el proyecto
- Si $RCB = 1$ es indiferente
- Si $RCB < 1$ se rechaza el proyecto

En este caso, se obtiene que la relación costo/beneficio es 1,51, según lo determinado en el anexo I, por lo que se concluye que el proyecto es rentable.

²⁹ Fórmula de cálculo de la relación costo/beneficio

$$RCB = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Siendo:

V_i = valor de la producción (beneficio bruto)

C_i = egresos

i = tasa de descuentos

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- El análisis, diseño e implementación de sistemas mecatrónicos ayudan a optimizar y mejorar procesos.
- Se utilizó la metodología de investigación de campo, debido a que el presente proyecto se basa en la recolección de datos, para su posterior análisis.
- El sistema diseñado realiza un control en lazo abierto debido a que no existe retroalimentación, por lo que se trata de un sistema de adquisición de datos para el control logístico en bodegas de la empresa.
- Inicialmente, se utilizaron herramientas de la gestión de la calidad (Pareto, Diagrama de Ishikawa e Histograma), para determinar los problemas a resolver. Sin embargo, no se tomó en cuenta los parámetros preliminares para la aplicación de la gestión de la calidad. Por lo que se realizó un nuevo estudio, esta vez, para establecer las necesidades del cliente y los parámetros del diseño.
- El uso de la metodología QFD resultó apropiado, debido a que determinó las necesidades del cliente y permitió obtener los parámetros del diseño del sistema.
- No todos los pasos de la metodología QFD pueden ser aplicados para este caso, debido a que aún no se cuenta con el producto en mención.
- La tabla de segmentación de clientes, realizado mediante 5W1H, determinó que el potencial cliente, al cual debe ser enfocado el presente sistema, es la gerencia financiera.
- La herramienta Blitz QFD es importante porque mediante 7 pasos, permite analizar a detalle las necesidades del cliente con respecto al producto.

- El análisis funcional determina las necesidades primarias y secundarias del sistema, de tal manera que, mediante subprocesos, se pueda obtener la necesidad principal.
- La división modular permite determinar qué módulos tendrá el sistema, con el fin de que si uno de ellos falla, sea fácilmente intercambiable, sin que se vea afectada la funcionalidad de los demás.
- Los criterios de ponderación permiten seleccionar la mejor alternativa en base a diversos parámetros aplicados al proyecto, con el fin de relacionarlos y obtener una solución óptima, que en este caso corresponde a la alternativa 2.
- El análisis realizado, en la selección de dispositivos, demuestra que la alternativa seleccionada es apta para resolver los problemas en el abastecimiento, sin embargo, usando otras herramientas para el análisis, se pueden obtener resultados distintos e igualmente aplicables.
- Los dispositivos sugeridos en el presente proyecto, cumplen normas internacionales de seguridad, debido a que se trabaja con combustible.
- El medidor de flujo con generador de pulsos tiene una precisión de +/- 1,5 por lo que resulta confiable para la aplicación en el sistema.
- Se diseñó una alternativa de solución que contempla el uso de equipos a bajo costo y accesibles en el mercado, sin comprometer la calidad del sistema.
- InTouch es una HMI que ofrece funciones de visualización gráfica, capacidad de gestión de operaciones, control y optimización. Además, permite el enlace con Excel por lo que se pudo realizar la simulación del proceso y obtener los datos recolectados en una hoja de cálculo, mediante el protocolo DDE.
- Para almacenar el valor de los datos obtenidos mediante la simulación en el software InTouch, se realizó una macro en Excel que permita leer el rango de los datos registrados y copiarlos a otra hoja, con el fin de generar una tabla y que dichos datos puedan ser guardados sin ser manipulados, debido a que la hoja cuenta con protección contra escritura. Sin embargo, no resultó ser un procedimiento óptimo.

- El análisis económico permite determinar la rentabilidad de proyecto, obteniendo en este caso, mediante el uso de varias herramientas, que el sistema diseñado es rentable para su implementación en la maquinaria de la empresa.
- La razón por la que se realiza un análisis económico y no uno financiero se debe a que en el presente proyecto existen únicamente egresos y no ingresos generados por el mismo; por otro lado, en el análisis financiero intervienen ingresos y egresos obtenidos a raíz del proyecto.

6.2. CONCLUSIONES DEL SISTEMA DISEÑADO

- El sistema diseñado proporcionará una alternativa de solución, que considera equipos accesibles en el mercado, bajos costos de implementación, cumpliendo los requerimientos de la empresa.
- Se cumplió con el análisis técnico, el diseño del sistema y la simulación del proceso de abastecimiento a partir de la propuesta de solución obtenida. Además se realizó el análisis económico, el presupuesto referencial y las consideraciones necesarias para su futura implementación, como se mencionó en el alcance.
- El manejo de la información de manera semiautomática e inalámbrica, permitirá minimizar las pérdidas económicas, optimizando los recursos utilizados en el proceso mediante dispositivos electrónicos que permitan recolectar los datos y organizar la información.
- Mediante la futura implementación del sistema se puede dar seguimiento a las anomalías presentadas durante el abastecimiento, como suministro a vehículos no autorizados, desperdicios por el mal estado de los componentes, manipulación de la información recolectada, debido a que el sistema recolectará toda la información que a través de él se registre.
- Las pérdidas económicas de Consermin S.A. serán reducidas de manera sustancial. Debido a los dispositivos de alta precisión se obtiene un ahorro de \$50 000,00 al año, considerando el análisis económico realizado.

- Mediante el tratamiento de los datos por medio de QFD se obtuvieron las necesidades del cliente y se tradujeron a especificaciones del diseño.
- No se pudieron aplicar los pasos del QFD en su totalidad, debido a que los cuatro últimos pasos requieren el producto o sistema ya desarrollado.
- Se utilizó la metodología QFD debido a que controla la calidad de los productos a la medida y enfocándose en las necesidades del cliente.
- El proyecto abarca la Automatización de Procesos y el Área de Sistemas, logrando un sistema flexible, dinámico y adaptable para nuevas posibilidades, como el manejo de mayor número de maquinaria, o la obtención de más parámetros que aporten a un estudio estadístico.
- Se utilizarán dispositivos que cumplan normas americanas y europeas, debido a que en Ecuador no existen normativas que regulen la operación con combustibles.
- El análisis económico refleja que el sistema en mención resulta rentable para su implementación, debido a que la RCB es 1,51.
- La simulación permitirá comprobar que el sistema es funcional y que responde según los requerimientos establecidos. Además, puede resultar de mucha ayuda para la empresa Consermin S.A., en el caso de que desee modificar o aumentar algún parámetro en el proceso.
- Queda a criterio de la empresa, analizar el presente proyecto, para determinar si se implementa o no.
- Se cumplió con los objetivos planteados.

6.3. RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Se recomienda utilizar otras metodologías de la gestión de la calidad, por ejemplo el uso de 6 Sigma, para comparar los resultados obtenidos.
- Mediante el uso de otros recursos, por ejemplo, a través de una macro o algún tipo de herramienta de Excel, se recomienda optimizar el registro de datos obtenidos a partir de la simulación, en dicho programa.

- Aplicar nuevamente las herramientas QFD con cada uno de los pasos, una vez que el sistema esté implementado, con el fin de realizar un mejoramiento continuo.
- A través de un breve análisis costo-beneficio se obtiene que resulta más factible invertir en el costo del proyecto, que continuar obteniendo las pérdidas que actualmente existen.
- Hacer un uso adecuado de las herramientas de la gestión de la calidad, ya que no todos los procesos deben ser tratados de manera diferente.

6.4. RECOMENDACIONES DEL SISTEMA DISEÑADO

- Debido al estudio realizado a nivel de diseño y costos, se recomienda implementar el sistema en la maquinaria del proyecto de ampliación de la vía Pifo – Papallacta.
- En el caso de aplicar el sistema a más tanques de combustible para realizar el registro del abastecimiento, tan solo se debe colocar un tag NFC adicional.
- Aplicar nuevamente las herramientas de la gestión de calidad, una vez que el sistema esté implementado, para poder realizar un mejoramiento continuo del mismo.
- Una vez implementado el sistema, se recomienda realizar mantenimientos preventivos programados cada mes para evitar posibles averías.
- Se recomienda responsabilizar a dos personas capacitadas para operar el sistema, de tal manera que no surjan anomalías.
- Se recomienda el uso de una pantalla robusta, o a su vez el uso de un teclado, de tal manera que soporten condiciones climáticas, agua y polvo, según la norma IP56.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ETSEIB – UPC. Departamento de Ingeniería Mecánica. (2002) “Diseño concurrente”. Carles Riba.

PETROECUADOR. (1995). “Compendio de Normas de Seguridad Industrial”. Ecuador.

NORMA PETROECUADOR SHI – 021. (1992). “Clasificación eléctrica de áreas”. Ecuador.

INSITUTO DE FORMACIÓN PROFESIONAL “ETI” – DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD. (2005). “Curso InTouch 8”. Moisés Pérez.

WONDERWARE. (2002). “InTouch User’s Guide” Wonderware Corporation.

WILLIAM BOLTON. (2010). “MECATRÓNICA Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica”. 4ta. Edición. México.

JUAN JOSE MIRANDA. (2005). “Gestión de Proyectos: identificación, formulación, evaluación financiera-económica-social-ambiental”. 5ta. Edición.

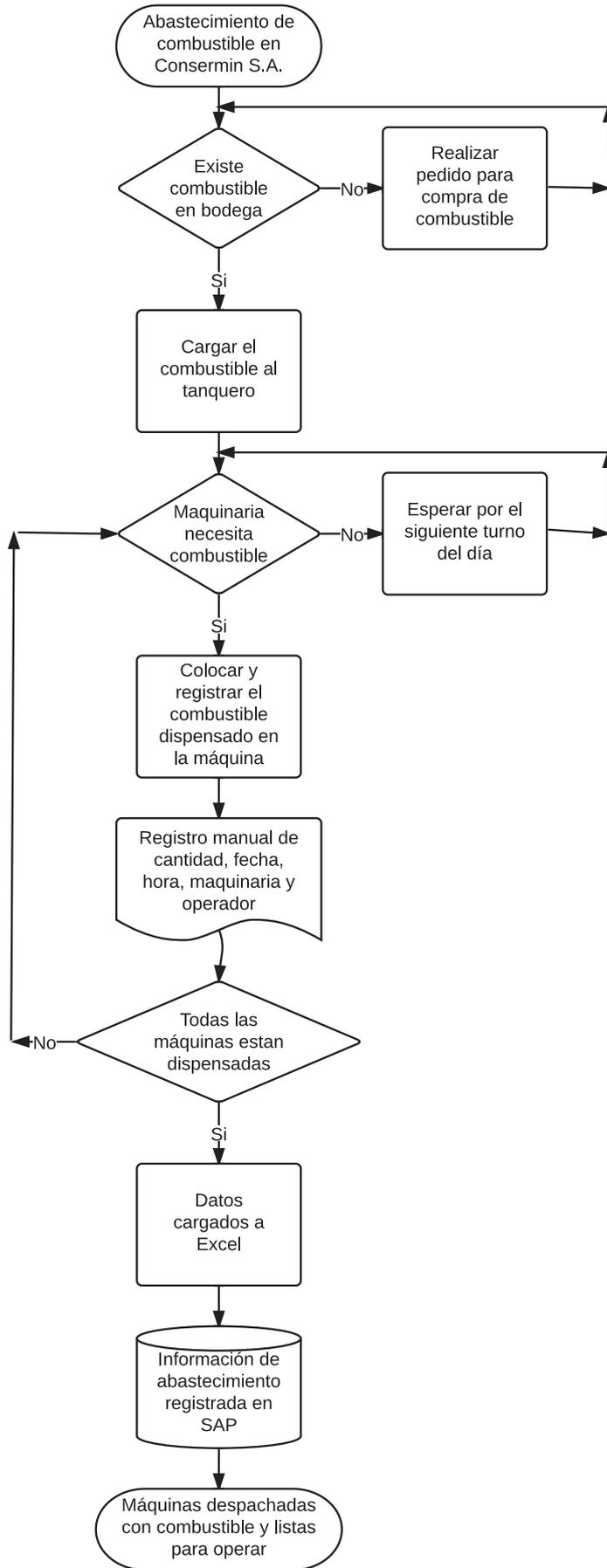
LAWRENCE D. MILES. (1989). “Techniques of Value Analysis and Enginnering”. USA.

CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS DE MINERÍA CONSERMIN S.A. (2010). “Memoria y Proyecciones 2010”. Ecuador.

DANIEL PATRICIO BORJA SALAZAR. (2009). “Diseño de un sistema de medición y control de uso de combustibles para las centrales de generación termoeléctrica del S.N.I.”. Ecuador

FRANCISO J. MIRANDA GONZÁLEZ, ANTONIO CHAMORRO MERA, SERGIO RUBIO LACOBÁ. (2007). “Introducción a la Gestión de la Calidad”. España.

ANEXO A
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO



ANEXO B
CASA DE LA CALIDAD

ANEXO C

DIAGRAMA DE NIVEL Y DIVISIÓN MODULAR

NIVEL 0

combustible



alim. eléctrica



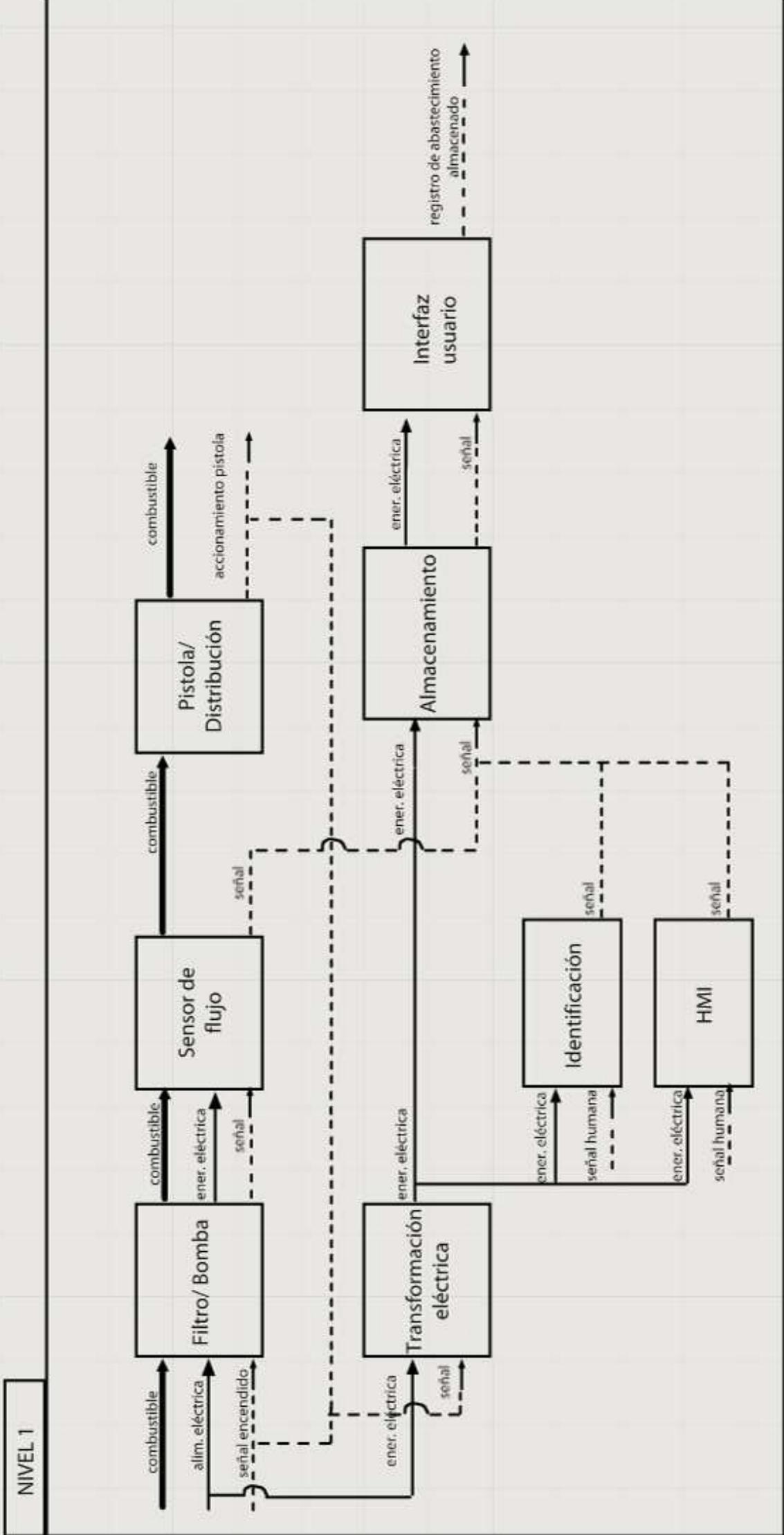
señal encendido



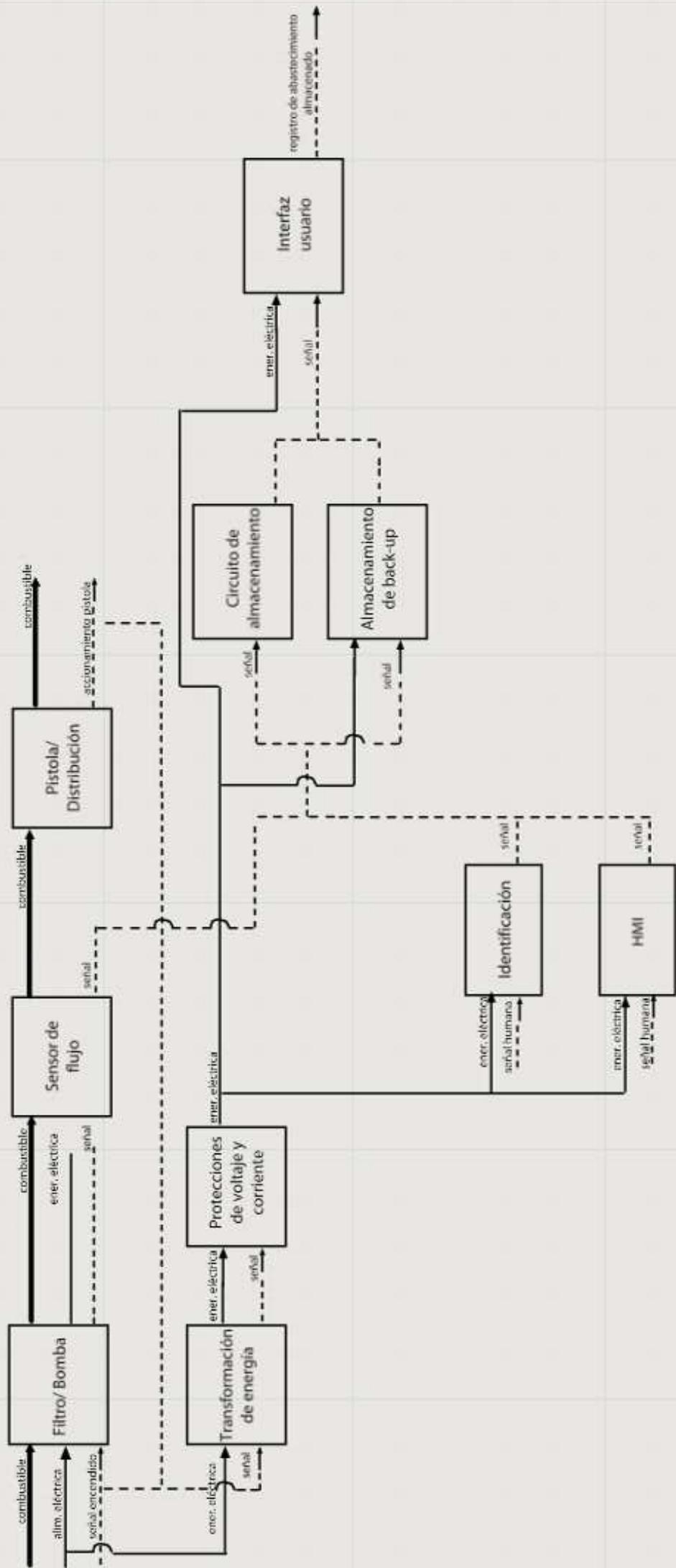
Abastecimiento y registro
semiautomático de combustible
en maquinaria de Consermin S.A.

registro de abastecimiento
almacenado

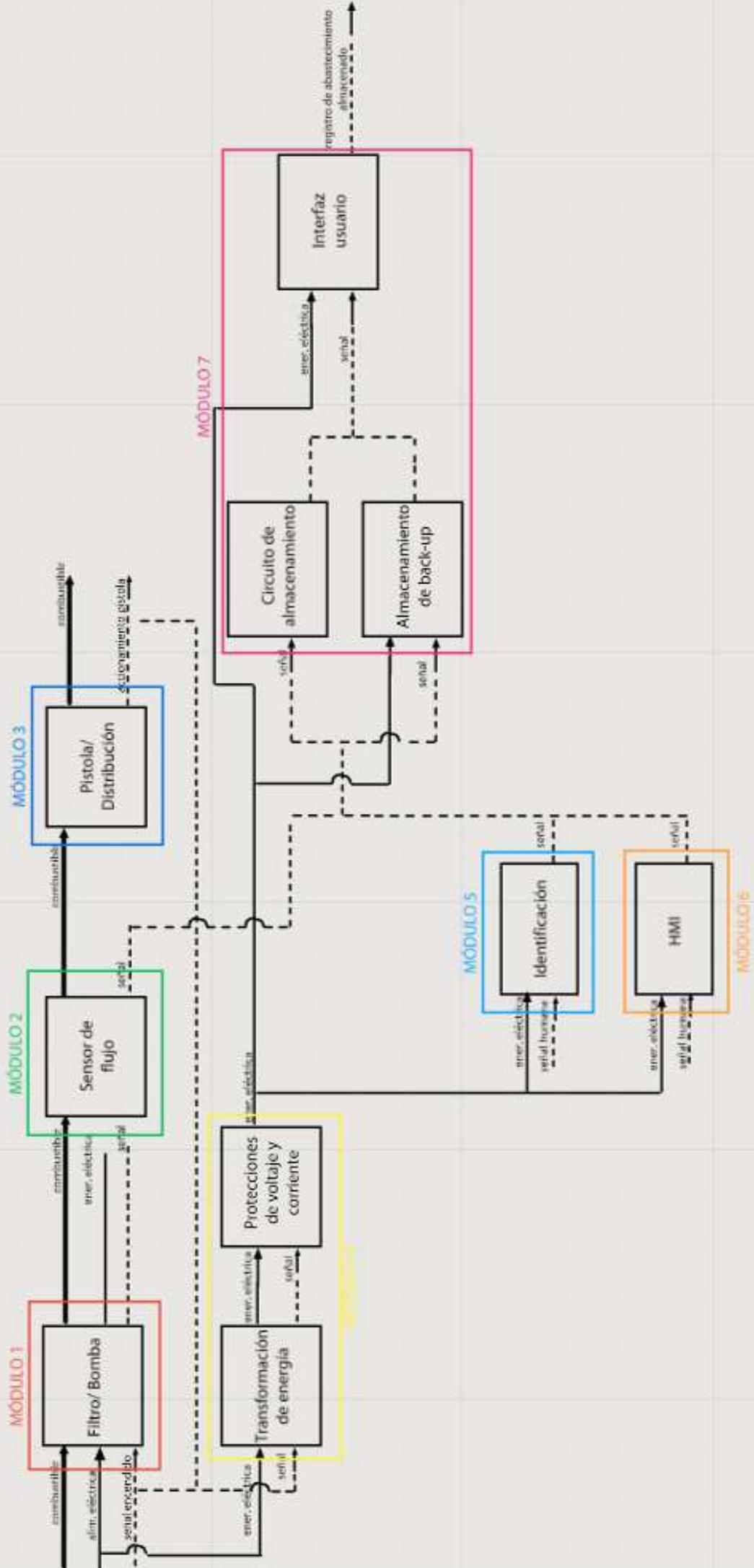




NIVEL 2



DIVISION EN MÓDULOS



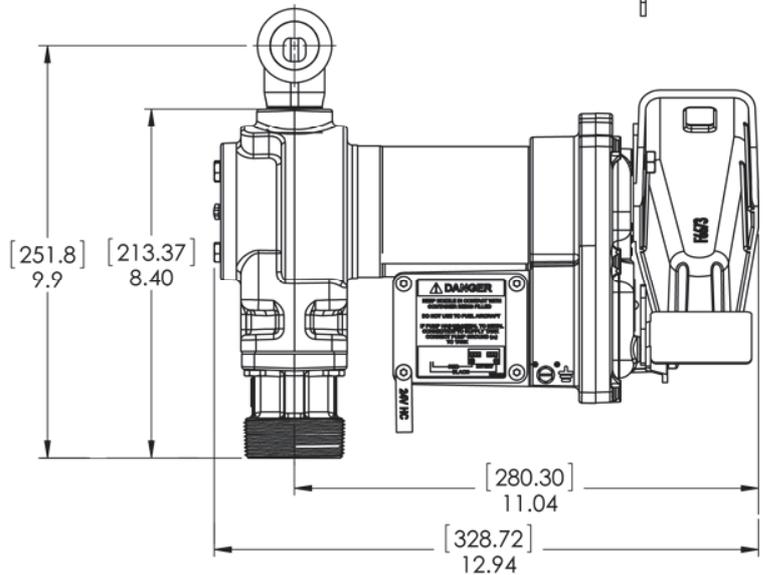
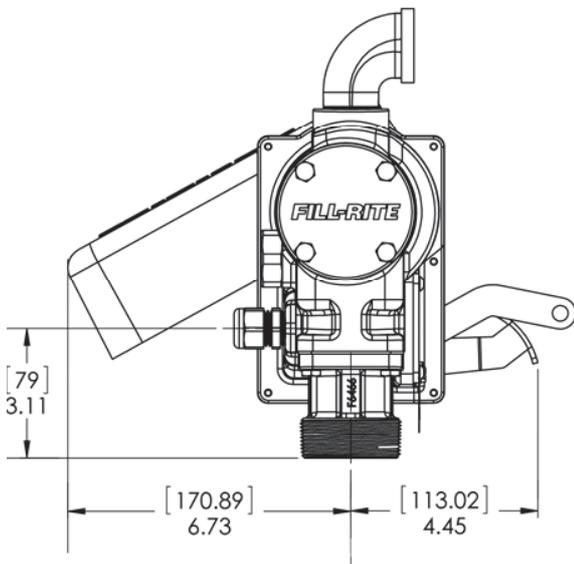
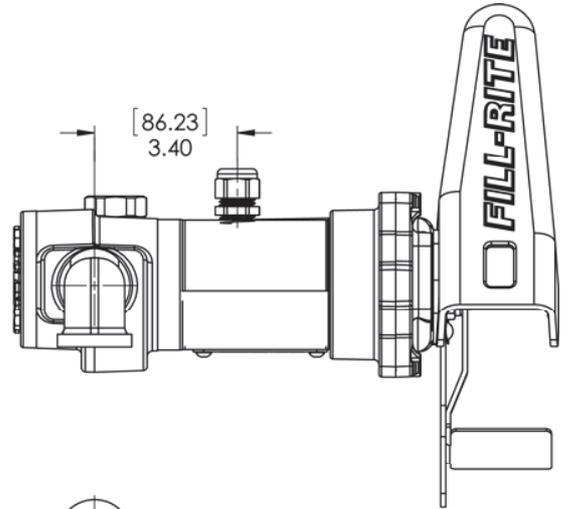
ANEXO D
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

FILL-RITE® FR4400G* Technical Specifications

The Most Trusted Name in Pumps and Meters



FR4400G Series



Pump	
Type- rotary, diaphragm, gear, vane	Rotary Vane
GPM in supplied configuration	Up to 19
GPM open flow - no hose or nozzle	Up to 20
By-pass pressure rating (psi) - Max	16 psi
Dry vac (in Hg)	5
Head- Max (Ft.)	36.96
Anti-siphon valve	None
Inlet - Size / Thread	1" NPT 1" BSPT*
Outlet - Size / Thread	3/4" NPT 3/4" BSPP*
Mount	2" Bung NPT 2" BSPT*
Material -pump housing	Cast Iron
Material- wetted material	BUNA-N
Rotor material	Powdered Iron
Rotor vane material	Sintered Bronze
Compatible fluids	Diesel, gasoline, Biodiesel up to B20, E15, Kerosene
Strainer Mesh Size	20 x 20
Warranty	2 Years

Motor	
Power - AC 115, 230, 115/230 VAC	N/A
HZ 50, 60, 50/60	N/A
Power - DC 12, 24, 12/24	24
HP (horsepower) rating	1/4 HP
Power cord length (feet)	18'
Power cord gauge (AWG)	12 AWG
DC Power cord connectors	NONE
Amps (FLA)	13
RPM	2600
Duty cycle	30 min.
Thermal protection switch	Yes
Circuit protection fuse	NONE
Certification	UL, cUL Motor, ATEX, CE**, ANZEX

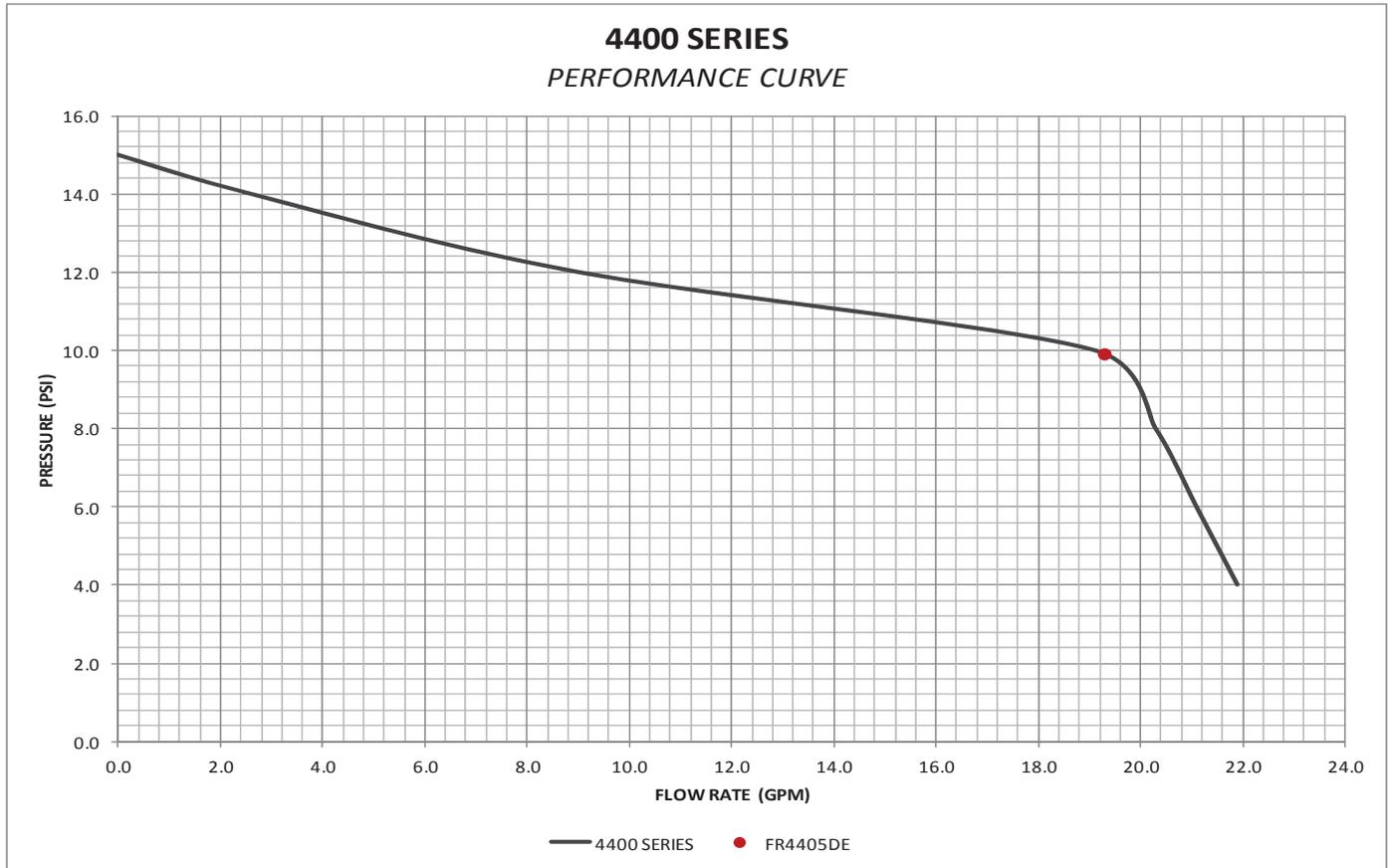
*4400G Series pumps models:
FR4410G, FR4405GE, FR4406G,
FR4406GE

** "E" models are CE Certified for use in Europe.
*** Specification will vary with specific model chosen.



Tuthill Corporation
8825 Aviation Drive
Fort Wayne, IN 46809
(800) 634-2695
www.tuthill.com

Performance Data



Service Kit Information

Kit	Description	Parts
KIT120BD	Biodiesel Kit	O-ring seal, bypass valve poppet, bypass cap seal, inlet seal
KIT120RG	Rotor & Vane Kit	Rotor cover, rotor, vanes, rotor key, O-ring seal, attaching hardware
KIT120JC	Junction Cover Kit	Junction cover, seal
KIT120SL	Seal Kit	O-ring, shaft seals, retainer clip
KIT120BV	By-Pass Service Kit	Screen, bypass valve, valve spring, bypass cap. O-ring seal
KIT120NB	Nozzle Boot Kit	Nozzle boot, attaching hardware
KIT120BG	Inlet Flange Kit	Inlet flange (bung), attaching hardware, inlet seal, screen
KIT120SG	Inlet Gasket and Screen	Gasket for inlet (bung) and screen
KIT120SW	Switch Lever Kit	Switch lever, mounting hardware

Accessories	
Suction pipe material	N/A
Suction pipe length- extended/not extended	None
Nozzle- size	N/A***
Nozzle- manual / automatic	N/A***
Hose liquid materials compatibility	Oil, Gasoline, Diesel***
Hose diameter	3/4"***
Hose length	N/A***
Hose static wire (Y/N)	N/A***

Logistics	
UPC	0-89404-17037-3***
Length	15.5"
Width	10"
Height	6.5"

***4400G Series pumps models:**
FR4410G, FR4405GE, FR4406G,
FR4406GE

** "E" models are CE Certified for use in Europe.
*** Specification will vary with specific model chosen.

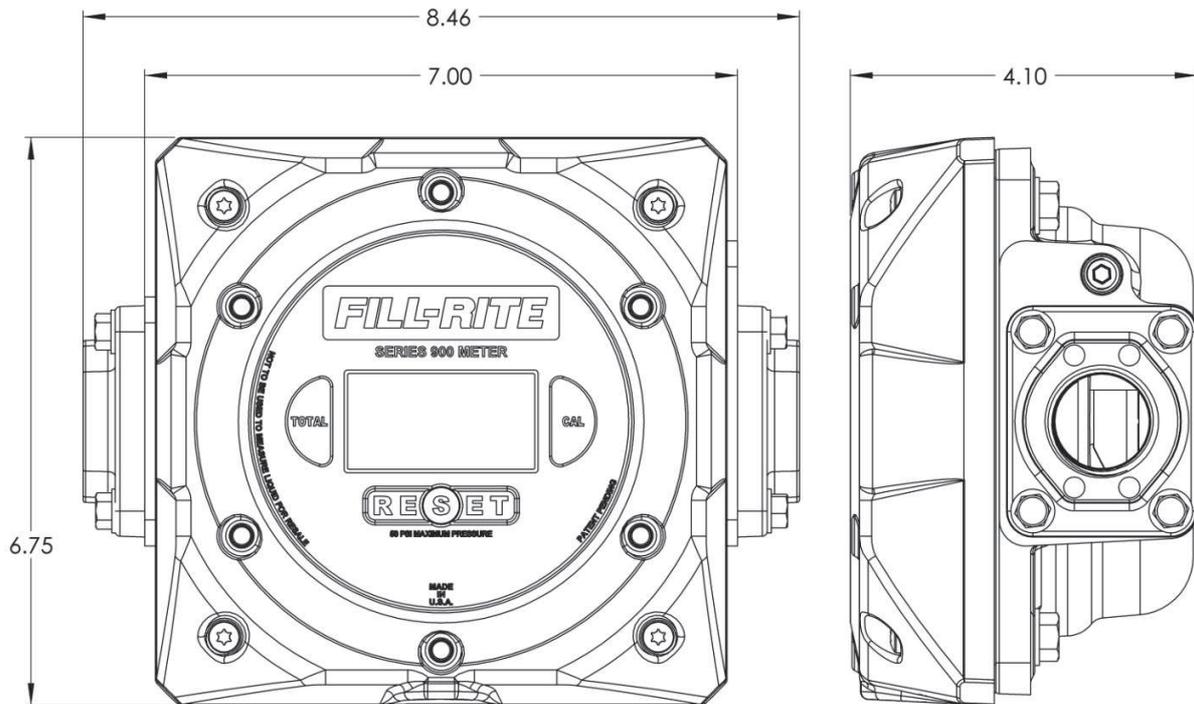


Tuthill Corporation
8825 Aviation Drive
Fort Wayne, IN 46809
(800) 634-2695
www.tuthill.com

FILL-RITE

The Most Trusted Name in Pumps and Meters

900D S & E Data Sheet



Technical Information / Specifications

Accuracy: $\pm 1.25\%^*$ **Flow Rate:** 6 to 40 GPM (23 to 151 LPM) **Repeatability:** $\pm 0.25\%$

Pressure Rating: 50 psi

Calibrations Settings: Ounces, Pints, Quarts, Liters, Gallons, and one Special Unit of Measure option.

Resettable Counter: 4 digit resettable counter.

Master Totalizer: 7 Digit non-resettable totalizer, 7 digit resettable totalizer

Construction: Housing: Aluminum **Measurement System:** Nutating Disc **Seals:** Buna

Certifications: UL 25 (US & Canada) on mechanical drive mechanism / UL 913 Pending

Fluid Compatibility

The 900D series meter **IS compatible** with the following fluids:

Diesel Fuel Kerosene Mineral Spirits Heptane Hexane

The 900D series meter **IS NOT compatible** with the following fluids:

Bleach Hydrochloric Acid Ink Sulfuric Acid Salt Water Gasoline



Tuthill Transfer Systems
Fort Wayne, Indiana
(800) 634-2695
www.tuthill.com

Features and Benefits

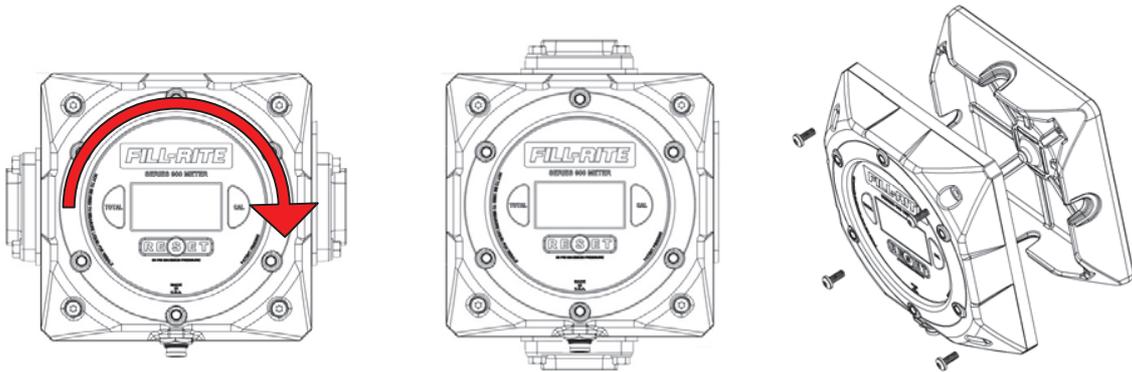
Large, highly visible, easy to read display.

Powered by 2 “AA” batteries (expected 4 – 6 years of service life in normal use).

“Membrane” keypad keeps moisture out and provides excellent continuous seal to the elements, even in the harshest environments.

Operating Temperature Range: -10 ° - 180 ° F (-30 ° – 180 ° for diesel units with auxiliary power).

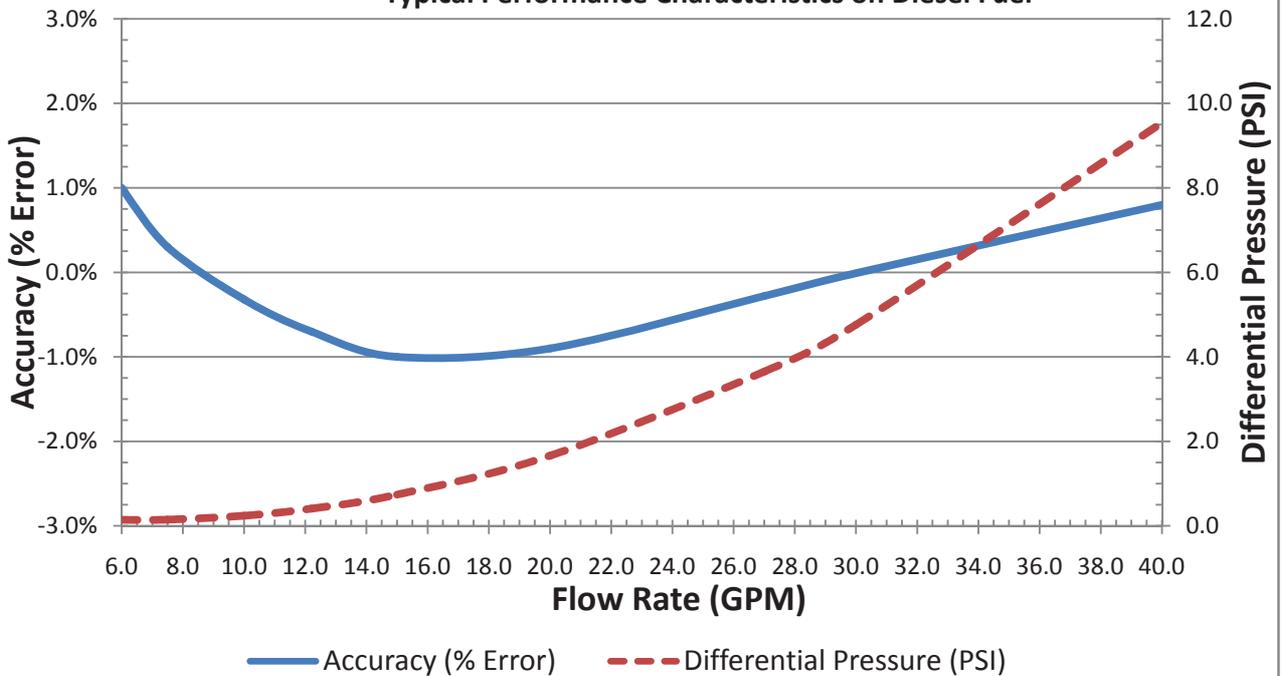
Rotatable housing allows horizontal or vertical mounting (remove 4 Torx screws and rotate display).



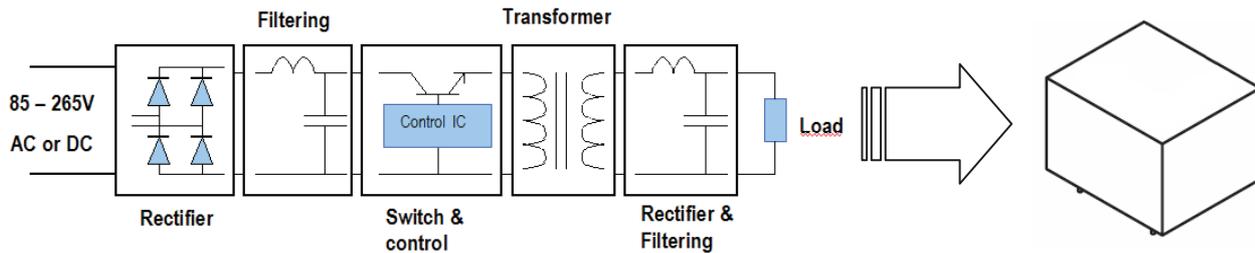
NPT threads standard; BSP threads available:
 NPT: 1" & 1.5"
 BSPT: 1" & 1.5"

900D / 900DP Performance Chart

Typical Performance Characteristics on Diesel Fuel



Changes in temperatures, fluid viscosity, and system accessories may shift the performance curves



MYRRA encapsulated electronic transformers are Switched Mode Power Supplies based on Flyback topology.

They constitute an interesting alternative to the traditional supply in the most common applications of power lower than 5W.

ENERGY SAVING due to high efficiency and low standby power

The applications for the Electronic serie are:

- Alternative to the linear transformers in all AC/DC applications of power up to than 5W
- Alternative to DC/DC converters for application in D.C.current (Telecom supplies, electric substations etc.)
- Industrial, domestic and consumer electronics applications
- Standby devices and others DC or AC auxiliary supplies

With the same footprint as a EI30 transformer, they will replace:

- 50 Hz Transformer
- Fuse
- Bridge Rectifier
- Filtering Capacitor

Regulated types will also replace linear regulator and heatsink

MAIN FEATURES

- **Wide input voltage range**
- **Increased power. 3 x compared to standard EI30 transformer**
- **Better energetic efficiency: 70% typical compared to 40% for the conventional supply**
- **Very low Standby Power consumption: meets requirements of Energy Star or EC Code of Conduct**
- **Same footprint as EI30 transformer : Upgrade your application without redesign of PCB**

SAFETY STANDARDS

Meets all requirements of:

- EN 60950
- EN 60335
- EN 61558-2-17
- Uses UL listed components
- Uses UL 94-V0 plastic and resin

EMC STANDARDS

Conducted and radiated emissions conform to

- EN 55014-1
- EN 55022 class B

Immunity conform to

- EN 55014-2
- EN 61000-4-x

ONE OUTPUT 2.5 & 5W - Regulated

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Input voltage range

85 to 265 Volts AC

85 to 370 Volts DC

Input Frequency 47 to 440 Hz

Output voltage accuracy (full load) $\pm 2\%$

Line output voltage variation $\pm 0.3\%$

Load output voltage variation $\pm 0.5\%$

No load input power < 200mW

Energy consumption and efficiency :

Meets requirements of Energy Star and

EC Code of Conduct

SAFETY

Prepared for Class II – reinforced insulation

Input / Output Isolation test voltage: 4000 Vac

Operating ambient temperature:

- 25°C / + Ta (See table)

Storage temperature: - 40°C / + 85°C

Input protection by integrated fusible resistor

Output short circuit protection: automatic restarts when fault condition is removed

Thermal shutdown with automatic recovery if internal temperature exceeds allowable value

Reference	Output voltage (DC Volts)	Output current (DC mA)	Output Power (W)	Efficiency (%)	Ta (°C)
47121	3.3	750	2.5	65	+70
47122	5	550	2.75	68	+70
47123	9	270	2.5	72	+70
47124	12	210	2.5	74	+70
47125	15	170	2.5	75	+70
47126	24	110	2.5	77	+70
5W					
47151	3.3	1350	4.2	65	+50
47152	5	900	4.5	68	+50
47153	9	550	5	72	+50
47154	12	420	5	75	+50
47155	15	320	5	76	+50
47156	24	220	5	79	+50

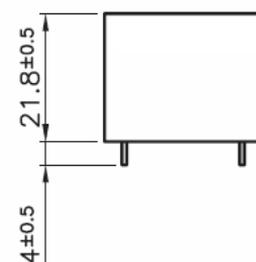
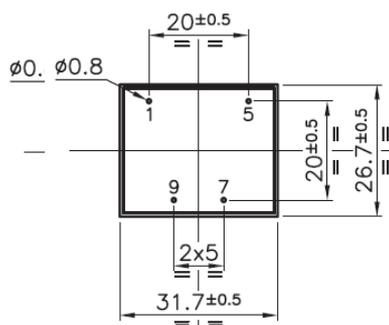
DIMENSIONS and PINOUT

4 pins

pins 1 & 5 : AC or DC Input

pin 7: DC output +V

pin 9: DC output 0V



(view from pins side):

ONE OUTPUT 3.2 & 5W Non Regulated

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Input voltage range

85 to 265 Volts AC

85 to 370 Volts DC

Input Frequency 47 to 440 Hz

Output voltage accuracy (full load) $\pm 5\%$

Line output voltage variation $\pm 3\%$

Load output voltage variation 0/ +30%

No load input power < 300mW

SAFETY

Prepared for Class II – reinforced insulation

Input / Output Isolation test voltage: 4000 Vac

Operating ambient temperature:

- 25°C / + Ta (See table)

Storage temperature: - 40°C / + 85°C

Input protection by integrated fusible resistor

Output short circuit protection: automatic restarts when fault condition is removed

Thermal shutdown with automatic recovery if internal temperature exceeds allowable value

Reference	(DC Volts)	Output current (DC mA)	Output Power (W)	Efficiency (%)	Ta (°C)
47114	12	200	2.4	74	+70
47133	9	360	3.2	73	+70
47134	12	270	3.2	75	+70
47136	24	130	3.2	80	+70
47163	9	560	5 *	73	+50
47164	12	420	5 *	75	+50
47166	24	210	5 *	80	+50

* Nota: Power up to 5.4W is possible with input voltage ≥ 97 Vac

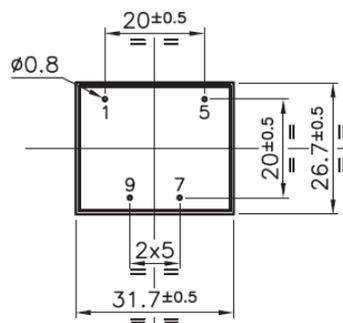
DIMENSIONS and PINOUT

4 pins

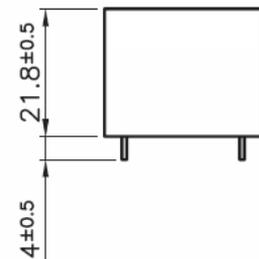
pins 1 & 5 : AC or DC Input

pin 7: DC output +V

pin 9: DC output 0V



(view from pins side):



TWO COMMON OUTPUTS 3 to 5W - Regulated

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Input voltage range
85 to 265Volts AC
85 to 370V DC

Input Frequency 47 to 440 Hz

Output voltage accuracy : see table for 10 to 100% rated load of each output (includes line and load variations)

No load input power < 200mW
Energy consumption and efficiency : Meets requirements of Energy Star or EC Code of Conduct

The 2 outputs share a common 0v reference.
This enables closer coupling and a better cross-regulation of the outputs

SAFETY

Prepared for Class II – reinforced insulation
Input / Output Isolation test voltage: 4000 Vac

Operating ambient temperature:
- 25°C / + Ta (See table)

Storage temperature: - 40°C / + 85°C

Input protection by integrated fusible resistor

Output short circuit protection: automatic restarts when fault condition is removed

Thermal shutdown with automatic recovery if internal temperature exceeds allowable value

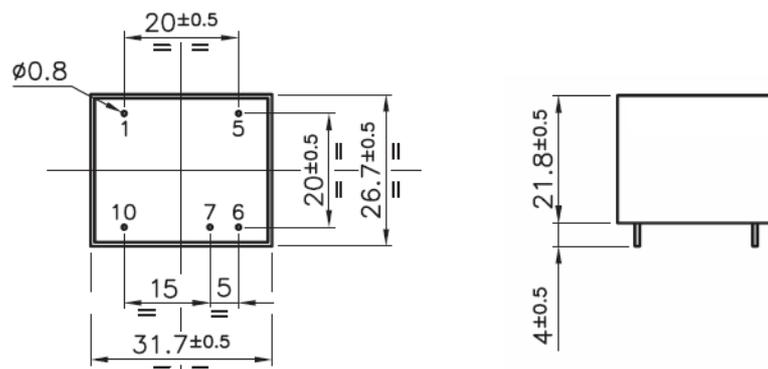
Reference	Output 1 Output 2 (DC Volts)	Output 1 Output 2 (DC mA)	Output Power (W)	Output 1 Output 2 accuracy	Efficiency (%)	Ta (°C)
47243	+10.5 +7	380 max 100 max	4 *	± 3% ± 15%	72	+60
47244	+15 +7	300 max 70 max	4 *	± 3% ± 15%	73	+60
47245	+12 +5.5	130 max 300 max	3.2	± 5% ± 10%	65	+70
47246	+5 +12	400 (600max) 170 max	4	± 3% ± 15%	65	+60
47247	+15 -15	130 max 130 max	4	± 8% ± 8%	73	+60

* Nota: Power up to 5W is possible with input voltage ≥ 97 Vac and Ta ≤ 50°C

DIMENSIONS and PINOUT

5 pins

pins 1 & 5 : AC or DC Input
pin 6: Common output 0V
pin 7: DC output 1
pin 10: DC output 2



(view from pins side):

TWO ISOLATED OUTPUTS 3 to 5W - Regulated

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Input voltage range
85 to 265Volts AC
85 to 370V DC

Input Frequency 47 to 440 Hz

Output voltage accuracy : see table for 10 to 100% rated load of each output (includes line and load variations)

No load input power < 200mW

Energy consumption and efficiency :

Meets requirements of Energy Star or EC Code of Conduct

2 isolated outputs - Output 1 only is regulated and should provide the higher power

SAFETY

Prepared for Class II – reinforced insulation
Input / Output Isolation test voltage: 4000 Vac
Output1 / Output 2 isolation : 4000Vac

Operating ambient temperature:
- 25°C / + Ta (See table)

Storage temperature: - 40°C / + 85°C

Input protection by integrated fusible resistor

Output short circuit protection: automatic restarts when fault condition is removed

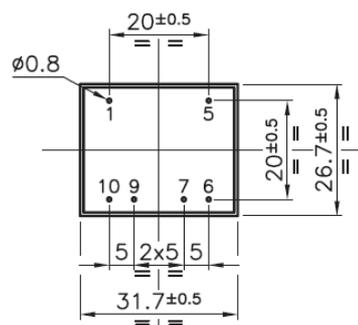
Thermal shutdown with automatic recovery if internal temperature exceeds allowable value

Reference	Output 1 Output 2 (DC Volts)	Output 1 Output 2 (DC mA)	Output Power (max W)	Output 1 Output 2 accuracy	Efficiency (%)	Ta (°C)
47252	5 5	350 (600max) 350 max	3.5	± 3% ± 15%	66	+60
47254	12 12	165 (300max) 165 max	4	± 5% ± 15%	72	+60
47255	15 15	135 (200max) 135 max	4	± 5% ± 15%	73	+60
47257	5 12	400 (600max) 170 max	4	± 3% ± 15%	68	+60
47258	18 8	150 (200max) 150 max	4	± 5% ± 15%	72	+60

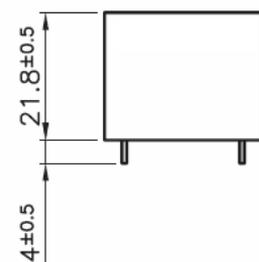
DIMENSIONS and PINOUT

6 pins

pins 1 & 5 : AC or DC Input
pin 6: DC output1 0V
pin 7: DC output1 +V
pin 9: DC output2 0V
pin 10: DC output2 +V



(view from pins side):





Metal Film Resistors, Special Purpose, Fusible, Flameproof



FEATURES

- Special filming and coating processes
- Fusible - circuit protection in case of other component failure
- Flameproof - meets EIA RS-325, will not flame when overloaded
- Tape and reel packaging is standard
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912



RoHS* Available

Note

* This datasheet provides information about parts that are RoHS-compliant and/or parts that are non-RoHS-compliant. For example, parts with lead (Pb) terminations are not RoHS-compliant. Please see the information/tables in this datasheet for details.

STANDARD ELECTRICAL SPECIFICATIONS					
GLOBAL MODEL	HISTORICAL MODEL	POWER RATING $P_{70\text{ }^\circ\text{C}}$ W	RESISTANCE RANGE (1) Ω	TOLERANCE $\pm \%$	TEMPERATURE COEFFICIENT $\pm \text{ppm}/^\circ\text{C}$
CMF55..39	CMF-55-39	0.25	4 to 10K	1	100
CMF60..64	CMF-60-64	0.50	4 to 23K	1	100
CMF70..5	CMF-70-5	1.5	4 to 30K	1	100

Note

(1) Contact factory for extended values

TECHNICAL SPECIFICATIONS				
PARAMETER	UNIT	CMF55..39	CMF60..64	CMF70..5
Rated Dissipation at 70 °C	W	0.25	0.50	1.5
Maximum Flame Test Voltage	V_{RMS}	350	500	1000
Dielectric Strength	V_{AC}	450	750	900
Insulation Resistance	Ω	$\geq 10^{10}$	$\geq 10^{10}$	$\geq 10^{10}$
Operating Temperature Range	$^\circ\text{C}$	-65/+165	-65/+165	-65/+165
Weight (Max.)	g	0.28	0.50	1.30

GLOBAL PART NUMBER INFORMATION

Global Part Numbering: CMF55100R00FKRE39 (preferred part numbering format)

C	M	F	5	5	1	0	0	R	0	0	F	K	R	E	3	9	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

GLOBAL MODEL	RESISTANCE VALUE	TOLERANCE CODE	TEMP. COEFFICIENT	PACKAGING	SPECIAL
CMF55 CMF60 CMF70	R = Ω K = k Ω 4R0000 = 4.0 Ω 680R00 = 680 Ω 23K000 = 23 k Ω	F = $\pm 1 \%$	K = 100 ppm	EK = Lead (Pb)-free, bulk EA = Lead (Pb)-free, T/R (full) EB = Lead (Pb)-free, T/R (1000 pieces; except 70's) BF = Tin/lead, bulk RE = Tin/lead, T/R (full; except 70's) CP = Tin/lead, T/R (full; 70's only) R6 = Tin/lead, T/R (1000 pieces; except 70's)	39 = Fusible CMF 55 64 = Fusible CMF60 5 = Fusible CMF70

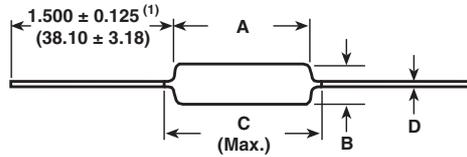
Historical Part Number example: CMF-55-391000F R36 (will continue to be accepted)

CMF-55-39	1000	F	R36
HISTORICAL MODEL	RESISTANCE VALUE	TOLERANCE CODE	PACKAGING

Note

- For additional information on packaging, refer to the Through Hole Resistor Packaging document (www.vishay.com/doc?31544).

DIMENSIONS in inches (millimeters)



Note

(1) Lead length for product in bulk pack. For product supplied in tape and reel, the actual lead length would be based on the body size, tape spacing and lead trim.

GLOBAL MODEL	A	B	C (Max.)	D
CMF55..39	0.240 ± 0.020 (6.10 ± 0.51)	0.090 ± 0.008 (2.29 ± 0.21)	0.290 (7.37)	0.025 ± 0.002 (0.64 ± 0.05)
CMF60..64	0.370 ± 0.035 (9.40 ± 0.89)	0.145 ± 0.010 (3.68 ± 0.25)	0.425 (10.80)	0.032 ± 0.002 (0.81 ± 0.05)
CMF70..5	0.562 ± 0.031 (14.27 ± 0.79)	0.230 ± 0.015 (5.84 ± 0.38)	0.687 (17.54)	0.032 ± 0.002 (0.81 ± 0.05)

MARKING

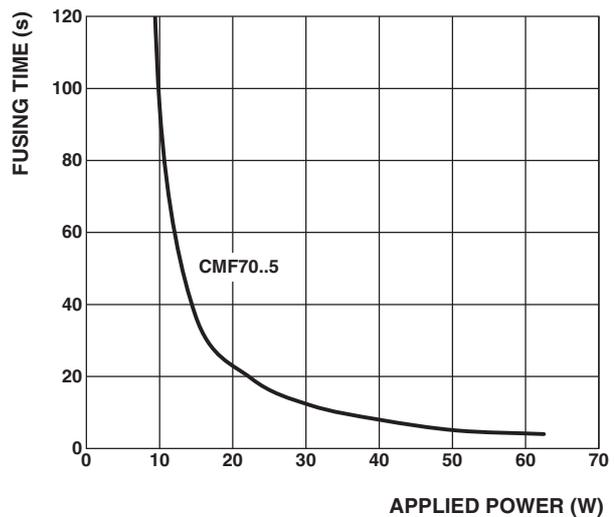
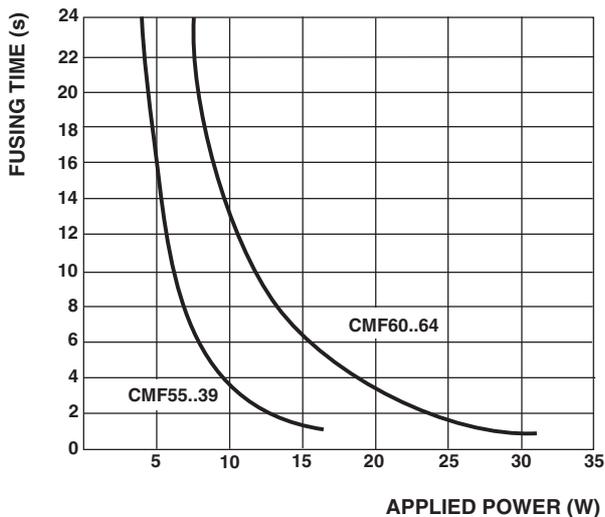
Model: C55-39 = CMF55-39, C60-64 = CMF60-64, C70-5 = CMF70-5
 Temperature coefficient: T1 = 100 ppm

CMF55-39, CMF60-64, CMF70-5: (5 lines)

DALE	Manufacturer
C55-39	Model
1.47 kΩ	Value
1 % T1	Tolerance and TC
1130	4-digit date code

FUSIBLE, FLAMEPROOF

(Typical Fusing Times)



Note

- Fusing time graphs represent an average for the resistance value range. Low resistance parts require higher power to fuse than high resistance parts. It is recommended that values less than 200 Ω be evaluated for specific applications.



Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and/or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

Material Category Policy

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as RoHS-Compliant fulfill the definitions and restrictions defined under Directive 2011/65/EU of The European Parliament and of the Council of June 8, 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (EEE) - recast, unless otherwise specified as non-compliant.

Please note that some Vishay documentation may still make reference to RoHS Directive 2002/95/EC. We confirm that all the products identified as being compliant to Directive 2002/95/EC conform to Directive 2011/65/EU.

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as Halogen-Free follow Halogen-Free requirements as per JEDEC JS709A standards. Please note that some Vishay documentation may still make reference to the IEC 61249-2-21 definition. We confirm that all the products identified as being compliant to IEC 61249-2-21 conform to JEDEC JS709A standards.



PN533

Near Field Communication (NFC) controller

Rev. 3.3 — 16 July 2012
158233

Product short data sheet
PUBLIC

1. General description

The PN533 is a highly integrated transceiver module for contactless communication at 13.56 MHz based on the 80C51 microcontroller core. A dedicated ROM code is implemented to handle different RF protocols.

1.1 RF protocols

The PN533 supports four main operating modes:

- ISO/IEC 14443A Reader/Writer (including MIFARE product family)
- ISO/IEC 14443B Reader/Writer
- FeliCa Reader/Writer
- ISO/IEC 18092, ECMA 340 Peer-to-Peer

The PN533 hardware implements a demodulator and decoder for signals from ISO/IEC 14443A compatible cards and transponders. The PN533 hardware handles the complete ISO/IEC 14443A framing and error detection and upper layers of this protocol (i.e. ISO/IEC 14443-4) are implemented in firmware.

The PN533 supports all MIFARE products (e.g. MIFARE crypto method). It supports contactless communication using higher transfer speeds up to 848 kbit/s in both directions.

The PN533 hardware supports layers 2 and 3 of the ISO/IEC 14443B Reader/Writer communication scheme, except anticollision. Anticollision is implemented in firmware as well as upper layers (i.e. ISO/IEC 14443-4).

The PN533 can demodulate and decode FeliCa coded signals. The PN533 handles the FeliCa framing and error detection. It supports contactless communication using FeliCa Higher transfer speeds up to 424 kbit/s in both directions.

Compliant to ECMA 340 and ISO/IEC 18092 NFCIP-1 Passive and Active communication modes, the PN5331B3HN/C270 offers the possibility to communicate to another NFCIP-1 compliant device, at transfer speeds up to 424 kbit/s. The PN533 handles the complete NFCIP-1 framing and error detection.

1.2 Interfaces

The PN533 supports USB 2.0 full speed interface (bus powered or host powered mode). PN533 also has a master I²C interface enabling the drive of following peripherals:

- An external EEPROM
- A TDA8029 smart card reader



1.3 Standards compliancy

PN533 offers commands in order for applications to be compliant in reader mode with "Paypass-ISO/IEC 14443 Implementation v1.1".

PN533 supports RF protocols ISO/IEC 14443A and B such as compliancy with Smart eID standard can be achieved at application level.

A dedicated command is implemented in PN533 firmware to support NFC secure applications in accordance with "NFC sec Security layer for NFC" specification in order to enable USB wireless or BT enabler applications in a host baseband.

2. Features and benefits

- 80C51 microcontroller core with 45056 bytes ROM and 1224 bytes RAM
- Highly integrated demodulator and decoder
- Buffered output drivers to connect an antenna with minimum number of external components
- Integrated RF level detector
- Integrated data mode detector
- Supports ISO/IEC 14443A Reader/Writer mode up to 848 kbit/s
- Supports ISO/IEC 14443B Reader/Writer mode up to 848 kbit/s
- Supports MIFARE encryption in Reader/Writer mode and higher transfer speed communication at 212 kbit/s, 424 kbit/s and 848kbit/s
- Supports contactless communication according to the FeliCa protocol at 212 kbit/s and 424 kbit/s
- Typical operating distance in Reader/Writer mode for communication to ISO/IEC 14443A/MIFARE, ISO/IEC 14443B or FeliCa cards up to 50 mm depending on antenna size and tuning
- Support NFCIP-1 mode up to 424 kbit/s
- Typical operating distance in NFCIP-1 mode up to 50 mm depending on antenna size, tuning and power supply
- Supported USB 2.0 full speed interface
- Restricted I²C master interface to control an external I²C EEPROM or TDA8029 smart card reader
- Low-power modes
 - ◆ Hard-Power-Down mode
 - ◆ Soft-Power-Down mode
- 27.12 MHz Crystal oscillator
- On-Chip PLL to generate internally 96 MHz for the USB interface
- Power modes
 - ◆ USB bus power mode
 - ◆ 2.5 V to 3.6 V power supply operating range in non-USB bus power mode
- Dedicated IO ports for external device control

3. Quick reference data

Table 1. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
V _{BUS}	bus supply voltage		4.02	5	5.25	V
		(non-USB mode); V _{BUS} = V _{DDD} ; V _{SSD} = 0 V	2.5	3.3	3.6	V
V _{DDA}	analog supply voltage	V _{DDA} = V _{DDD} = V _{DD(TVDD)} =	[1] 2.5	3.3	3.6	V
V _{DDD}	digital supply voltage	V _{DD(PVDD)} ; V _{SSA} = V _{SSD} =	[1] 2.5	3.3	3.6	V
V _{DD(TVDD)}	TVDD supply voltage	V _{SS(PVSS)} = V _{SS(TVSS)} = 0 V	[1] 2.5	3.3	3.6	V
V _{DD(PVDD)}	PVDD supply voltage		1.6	-	3.6	V
V _{DD(SVDD)}	SVDD supply voltage	V _{SSA} = V _{SSD} = V _{SS(PVSS)} = V _{SS(TVSS)} = 0 V; reserved for future use	V _{DDD} -0.1	-	V _{DDD}	V
I _{BUS}	bus supply current	maximum load current (USB mode); measured on V _{BUS}			150	mA
		maximum inrush current limitation; at power-up (curlimoff = 0)			100	mA
I _{pd}	power-down current	V _{DDA} = V _{DDD} = V _{DD(TVDD)} = V _{DD(PVDD)} = 3 V; not powered from USB				
		hard power-down; RF level detector off			10	μA
		soft power-down; RF level detector on			30	μA
I _{CCSL}	suspended low-power device supply current	RF level detector on, (without resistor on DP/DM)	[1] -	-	250	μA
I _{DDD}	digital supply current	RF level detector on, V _{DD(SVDD)} switch off	[1] -	15	-	mA
I _{DD(SVDD)}	SVDD supply current	V _{DDS} = 3 V	-	-	30	mA
I _{DDA}	analog supply current	RF level detector on	-	6	-	mA
I _{DD(TVDD)}	TVDD supply current	during RF transmission; V _{DD(TVDD)} = 3 V	-	60	100	mA
P _{tot}	total power dissipation	T _{amb} = -30 °C to +85 °C	-	-	0.55	W
T _{amb}	ambient temperature		-30	-	+85	°C

[1] V_{DDD}, V_{DDA} and V_{DD(TVDD)} must always be at the same supply voltage.

4. Ordering information

Table 2. Ordering information

Type number	Package		Version
	Name	Description	
PN5331B3HN/C270[1][2]	HVQFN40	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 40 terminals; body 6 x 6 x 0.85 mm	SOT618-1

[1] 70 refers to the ROM code version described in User Manual.

[2] Refer to [Section 9.4 "Licenses"](#)

5. Block diagram

The following block diagram describes hardware blocks controlled by PN533 firmware or which can be accessible for data transaction by a host baseband.

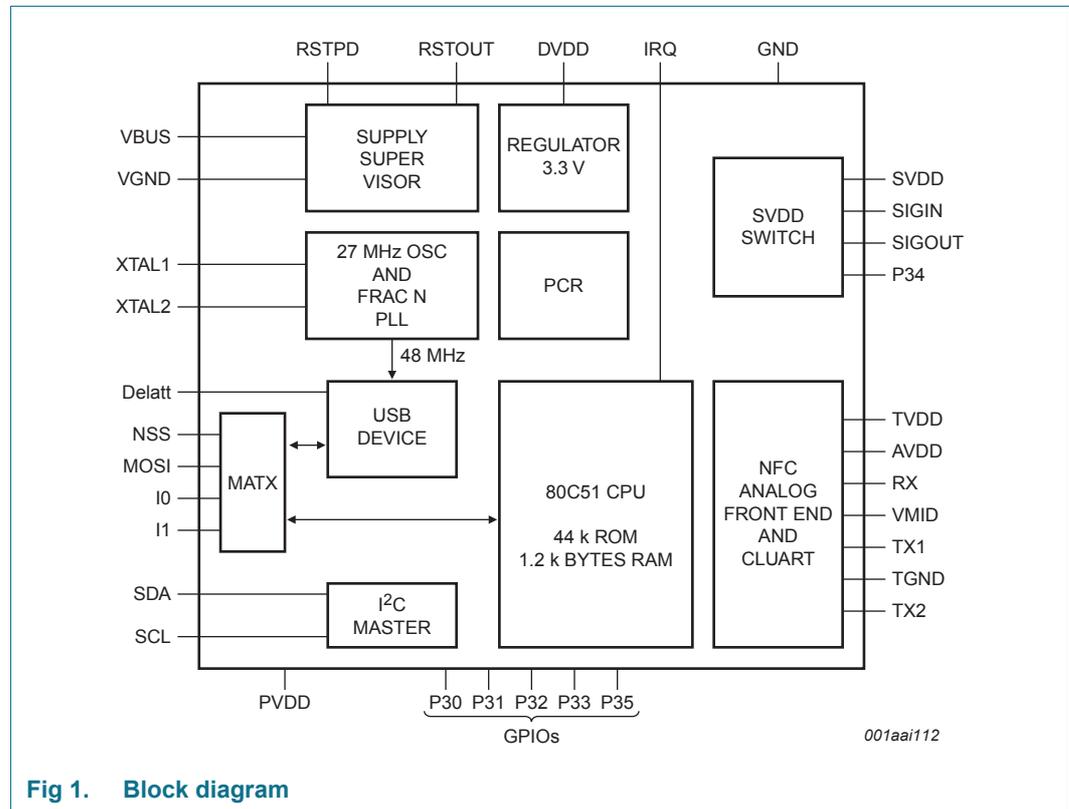


Fig 1. Block diagram

6. Limiting values

Table 3. Limiting values

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Unit
V _{DDA}	analog supply voltage		-0.5	+4	V
V _{DDD}	digital supply voltage		-0.5	+4	V
V _{DD(TVDD)}	TVDD supply voltage		-0.5	+4	V
V _{DD(PVDD)}	PVDD supply voltage		-0.5	+4	V
V _{DD(SVDD)}	SVDD supply voltage		-0.5	+4	V
V _{BUS}	bus supply voltage		-0.5	+5.5	V
P _{tot}	total power dissipation		-	500	mW
I _{DD(SVDD)}	SVDD supply current	maximum current in V _{DDS} switch	-	30	mA
V _i	input voltage	TX1, TX2, RX pins	-0.5	+4	V
V _{ESD}	electrostatic discharge voltage	HBM	[1]	±2.0	kV
		MM	[2]	200	V
		CDM	[3]	±1	kV
T _{stg}	storage temperature		-55	+150	°C
T _j	junction temperature		-40	+125	°C

[1] 1500 Ω, 100 pF; EIA/JESD22-A114-A

[2] 0.75 mH, 200 pF; EIA/JESD22-A115-A

[3] Field induced model; EIA/JESC22-C101-C

7. Abbreviations

Table 4. Abbreviations

Acronym	Description
CDM	Charge Device Model
CRC	Cyclic Redundancy Check
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
HBM	Human Body Model
HPD	Hard Power Down
MM	Machine Model
NFC	Near Field Communication
SPD	Soft Power-Down Mode

8. Revision history

Table 5. Revision history

Document ID	Release date	Data sheet status	Change notice	Supersedes
PN533_SDS v.3.3	20120716	Product short data sheet	-	PN533_SDS v.3.2
Modifications:	Section 9.4 "Licenses" : updated			
PN533_SDS v.3.2	20120202	Product short data sheet	-	PN5331B3HN_SDS_N_1
Modifications:	• Section 1 "General description" : updated			
PN5331B3HN_SDS_N_1	20081231	Product short data sheet PUBLIC	-	-

9. Legal information

9.1 Data sheet status

Document status ^{[1][2]}	Product status ^[3]	Definition
Objective [short] data sheet	Development	This document contains data from the objective specification for product development.
Preliminary [short] data sheet	Qualification	This document contains data from the preliminary specification.
Product [short] data sheet	Production	This document contains the product specification.

[1] Please consult the most recently issued document before initiating or completing a design.

[2] The term 'short data sheet' is explained in section "Definitions".

[3] The product status of device(s) described in this document may have changed since this document was published and may differ in case of multiple devices. The latest product status information is available on the Internet at URL <http://www.nxp.com>.

9.2 Definitions

Draft — The document is a draft version only. The content is still under internal review and subject to formal approval, which may result in modifications or additions. NXP Semiconductors does not give any representations or warranties as to the accuracy or completeness of information included herein and shall have no liability for the consequences of use of such information.

Short data sheet — A short data sheet is an extract from a full data sheet with the same product type number(s) and title. A short data sheet is intended for quick reference only and should not be relied upon to contain detailed and full information. For detailed and full information see the relevant full data sheet, which is available on request via the local NXP Semiconductors sales office. In case of any inconsistency or conflict with the short data sheet, the full data sheet shall prevail.

Product specification — The information and data provided in a Product data sheet shall define the specification of the product as agreed between NXP Semiconductors and its customer, unless NXP Semiconductors and customer have explicitly agreed otherwise in writing. In no event however, shall an agreement be valid in which the NXP Semiconductors product is deemed to offer functions and qualities beyond those described in the Product data sheet.

9.3 Disclaimers

Limited warranty and liability — Information in this document is believed to be accurate and reliable. However, NXP Semiconductors does not give any representations or warranties, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of such information and shall have no liability for the consequences of use of such information. NXP Semiconductors takes no responsibility for the content in this document if provided by an information source outside of NXP Semiconductors.

In no event shall NXP Semiconductors be liable for any indirect, incidental, punitive, special or consequential damages (including - without limitation - lost profits, lost savings, business interruption, costs related to the removal or replacement of any products or rework charges) whether or not such damages are based on tort (including negligence), warranty, breach of contract or any other legal theory.

Notwithstanding any damages that customer might incur for any reason whatsoever, NXP Semiconductors' aggregate and cumulative liability towards customer for the products described herein shall be limited in accordance with the *Terms and conditions of commercial sale* of NXP Semiconductors.

Right to make changes — NXP Semiconductors reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

Suitability for use — NXP Semiconductors products are not designed, authorized or warranted to be suitable for use in life support, life-critical or safety-critical systems or equipment, nor in applications where failure or malfunction of an NXP Semiconductors product can reasonably be expected to result in personal injury, death or severe property or environmental damage. NXP Semiconductors and its suppliers accept no liability for inclusion and/or use of NXP Semiconductors products in such equipment or applications and therefore such inclusion and/or use is at the customer's own risk.

Applications — Applications that are described herein for any of these products are for illustrative purposes only. NXP Semiconductors makes no representation or warranty that such applications will be suitable for the specified use without further testing or modification.

Customers are responsible for the design and operation of their applications and products using NXP Semiconductors products, and NXP Semiconductors accepts no liability for any assistance with applications or customer product design. It is customer's sole responsibility to determine whether the NXP Semiconductors product is suitable and fit for the customer's applications and products planned, as well as for the planned application and use of customer's third party customer(s). Customers should provide appropriate design and operating safeguards to minimize the risks associated with their applications and products.

NXP Semiconductors does not accept any liability related to any default, damage, costs or problem which is based on any weakness or default in the customer's applications or products, or the application or use by customer's third party customer(s). Customer is responsible for doing all necessary testing for the customer's applications and products using NXP Semiconductors products in order to avoid a default of the applications and the products or of the application or use by customer's third party customer(s). NXP does not accept any liability in this respect.

Limiting values — Stress above one or more limiting values (as defined in the Absolute Maximum Ratings System of IEC 60134) will cause permanent damage to the device. Limiting values are stress ratings only and (proper) operation of the device at these or any other conditions above those given in the Recommended operating conditions section (if present) or the Characteristics sections of this document is not warranted. Constant or repeated exposure to limiting values will permanently and irreversibly affect the quality and reliability of the device.

Terms and conditions of commercial sale — NXP Semiconductors products are sold subject to the general terms and conditions of commercial sale, as published at <http://www.nxp.com/profile/terms>, unless otherwise agreed in a valid written individual agreement. In case an individual agreement is concluded only the terms and conditions of the respective agreement shall apply. NXP Semiconductors hereby expressly objects to applying the customer's general terms and conditions with regard to the purchase of NXP Semiconductors products by customer.

No offer to sell or license — Nothing in this document may be interpreted or construed as an offer to sell products that is open for acceptance or the grant, conveyance or implication of any license under any copyrights, patents or other industrial or intellectual property rights.

Export control — This document as well as the item(s) described herein may be subject to export control regulations. Export might require a prior authorization from competent authorities.

Quick reference data — The Quick reference data is an extract of the product data given in the Limiting values and Characteristics sections of this document, and as such is not complete, exhaustive or legally binding.

Non-automotive qualified products — Unless this data sheet expressly states that this specific NXP Semiconductors product is automotive qualified, the product is not suitable for automotive use. It is neither qualified nor tested in accordance with automotive testing or application requirements. NXP Semiconductors accepts no liability for inclusion and/or use of non-automotive qualified products in automotive equipment or applications.

In the event that customer uses the product for design-in and use in automotive applications to automotive specifications and standards, customer (a) shall use the product without NXP Semiconductors' warranty of the product for such automotive applications, use and specifications, and (b) whenever customer uses the product for automotive applications beyond NXP Semiconductors' specifications such use shall be solely at customer's own risk, and (c) customer fully indemnifies NXP Semiconductors for any liability, damages or failed product claims resulting from customer design and use of the product for automotive applications beyond NXP Semiconductors' standard warranty and NXP Semiconductors' product specifications.

Translations — A non-English (translated) version of a document is for reference only. The English version shall prevail in case of any discrepancy between the translated and English versions.

10. Contact information

For more information, please visit: <http://www.nxp.com>

For sales office addresses, please send an email to: salesaddresses@nxp.com

9.4 Licenses

Purchase of NXP ICs with ISO/IEC 14443 type B functionality



This NXP Semiconductors IC is ISO/IEC 14443 Type B software enabled and is licensed under Innovatron's Contactless Card patents license for ISO/IEC 14443 B. The license includes the right to use the IC in systems and/or end-user equipment.

RATP/Innovatron Technology

Purchase of NXP ICs with NFC technology

Purchase of an NXP Semiconductors IC that complies with one of the Near Field Communication (NFC) standards ISO/IEC 18092 and ISO/IEC 21481 does not convey an implied license under any patent right infringed by implementation of any of those standards.

9.5 Trademarks

Notice: All referenced brands, product names, service names and trademarks are the property of their respective owners.

MIFARE — is a trademark of NXP B.V.

I²C-bus — logo is a trademark of NXP B.V.

11. Contents

1	General description	1
1.1	RF protocols	1
1.2	Interfaces	1
1.3	Standards compliancy	2
2	Features and benefits	2
3	Quick reference data	3
4	Ordering information	3
5	Block diagram	4
6	Limiting values	5
7	Abbreviations	5
8	Revision history	6
9	Legal information	7
9.1	Data sheet status	7
9.2	Definitions	7
9.3	Disclaimers	7
9.4	Licenses	8
9.5	Trademarks	8
10	Contact information	8
11	Contents	9

Please be aware that important notices concerning this document and the product(s) described herein, have been included in section 'Legal information'.

© NXP B.V. 2012.

All rights reserved.

For more information, please visit: <http://www.nxp.com>

For sales office addresses, please send an email to: salesaddresses@nxp.com

Date of release: 16 July 2012
158233

Arduino 3.2" TFT Touch Mega Shield

Overview



The Arduino 3.2" TFT Touch Mega Shield is designed for all the Arduino Mega compatible boards. It works in 3.3V voltage level. It can be directly plugged on the Arduino Mega and other compatible boards. It will offer display, touch and storage functions for the Arduino Mega board.

Features

- Compatible with 3.3/5V operation voltage level
- Compatible with UTFT library
- With SD Card Socket

Specifications

PCB size	79.3mm X 57.5mm X 1.6mm
Indicators	-
Power supply	compatible with Arduino Mega
Communication Protocol	-
RoHS	Yes

Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage	4.5	5	5.5	VDC
Input Voltage VH:	3	-	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.5	V

Hardware

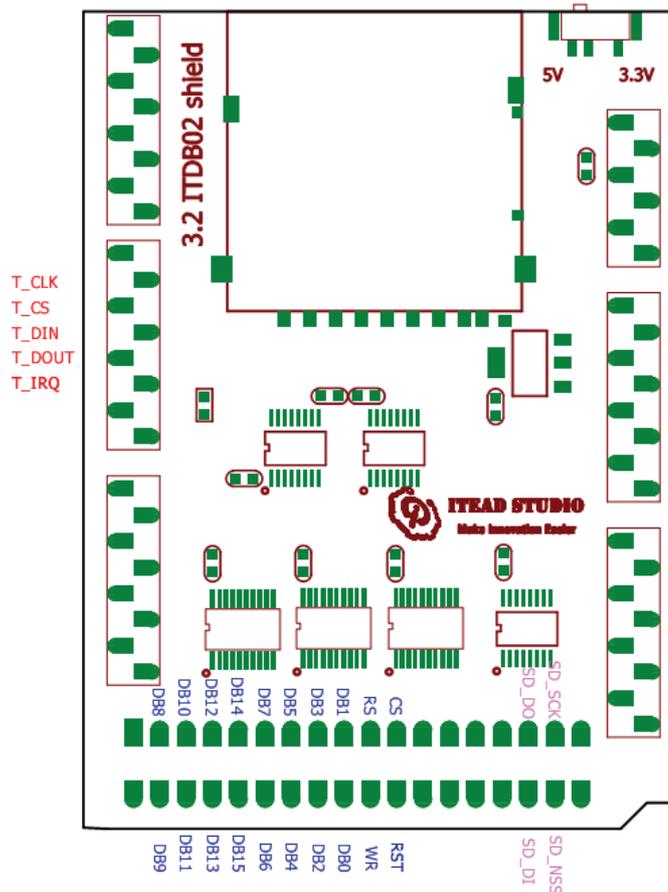


Figure 1 Bottom View

Pin map of Arduino 2.8" TFT Touch Shield:

Arduino Mega PIN	Description
D2	T_IRQ
D3	T_DOUT
D4	T_DIN
D5	T_CS
D6	T_CLK
D22	DB8
D23	DB9
D24	DB10
D25	DB11
D26	DB12
D27	DB13
D28	DB14

D29	DB15
D30	DB7
D31	DB6
D32	DB5
D33	DB4
D34	DB3
D35	DB2
D36	DB1
D37	DB0
D38	RS
D39	WR
D40	CS
D41	RST
D50	SD_MISO
D51	SD_MOSI
D52	SD_SCK
D53	SD_NSS

The Arduino 3.2" Touch shield uses the SSD1289 controller , it support 16bit data interface. The touch IC is XPT2046.

Operation voltage level setting switch

When using the Arduino 3.2 TFT Touch shield with 5V operation level development board – like Arduino MEGA and so on, set the operation voltage level switch to 5V side.

When using the Arduino 3.2 TFT Touch shield with 3.3V operation level development board set the operation voltage level switch to 3.3V side.

Software

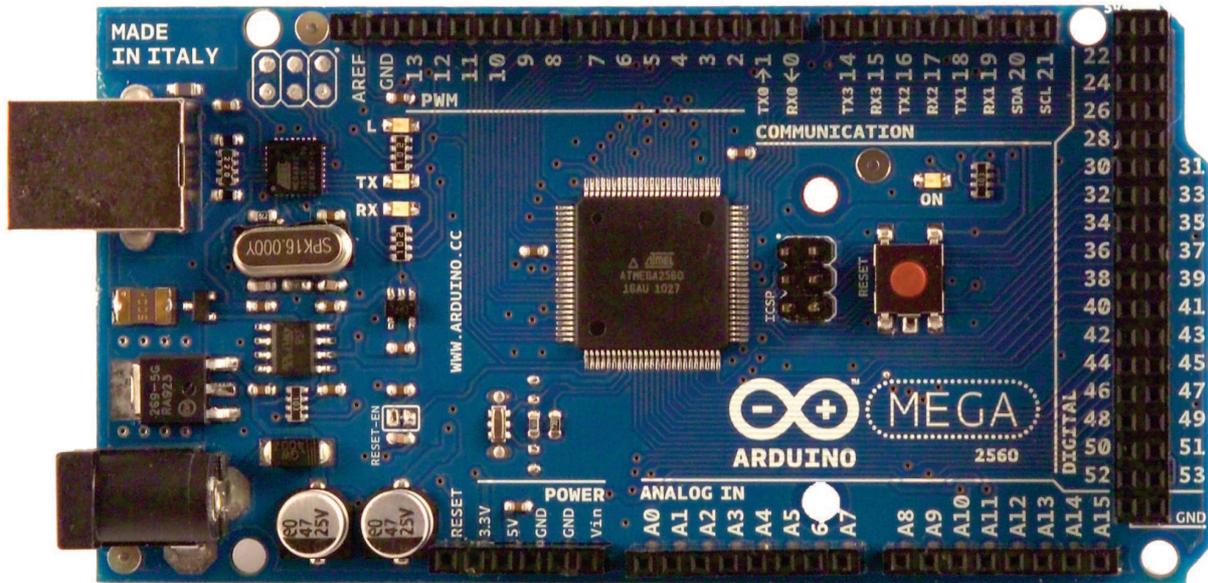
This shield is compatible with UTFT library for Arduino Mega, chipKitMax32 and their compatible boards. You can down load the library here:

<http://henningkarlsen.com/electronics/library.php?id=52>

Revision History

Rev.	Description	Release date
v1.0	Initial version	2012-04-18

Arduino MEGA 2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino
Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies
half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



RADIOSPARES

RADIONICS



Technical Specification

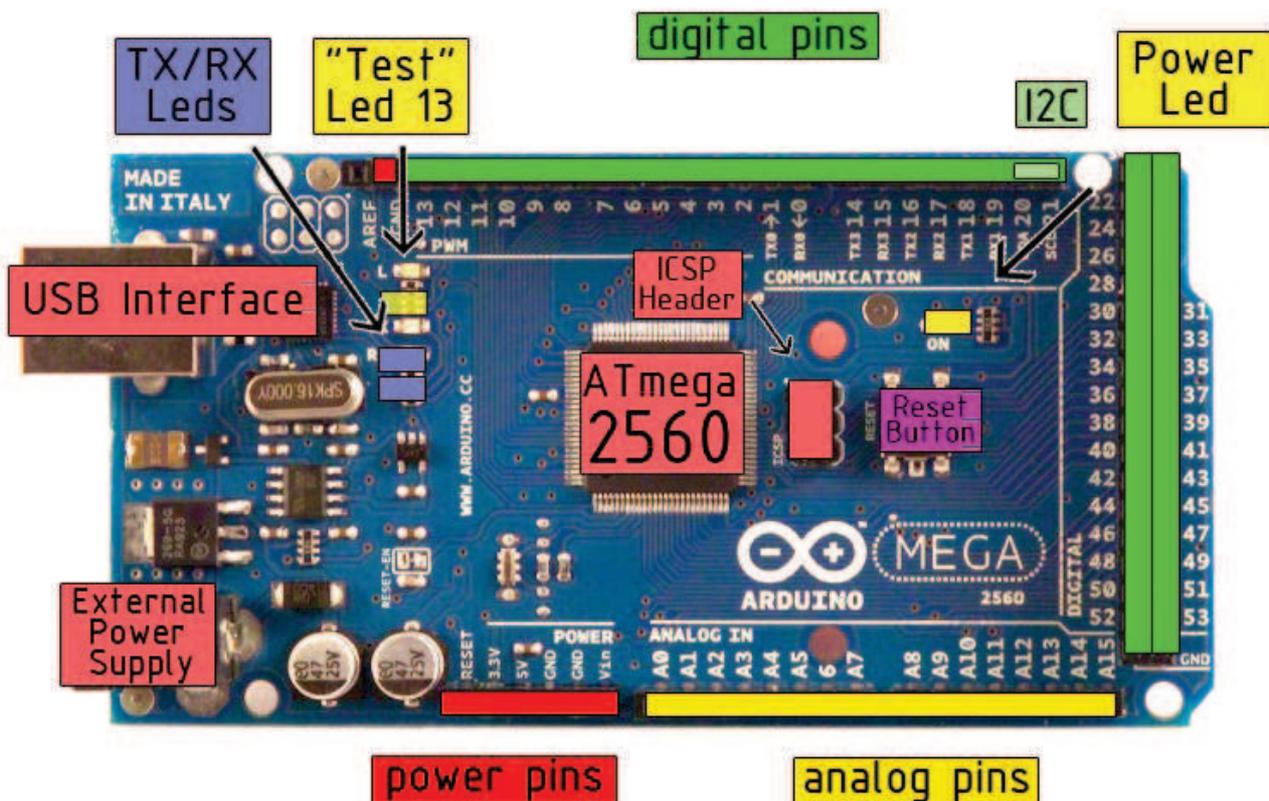


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



ALLIED ELECTRONICS
AN ELECTROCOMPONENTS COMPANY

Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip .
- **External Interrupts: 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2).** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 0 to 13.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I²C: 20 (SDA) and 21 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



radiospares **RADIONICS**



Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

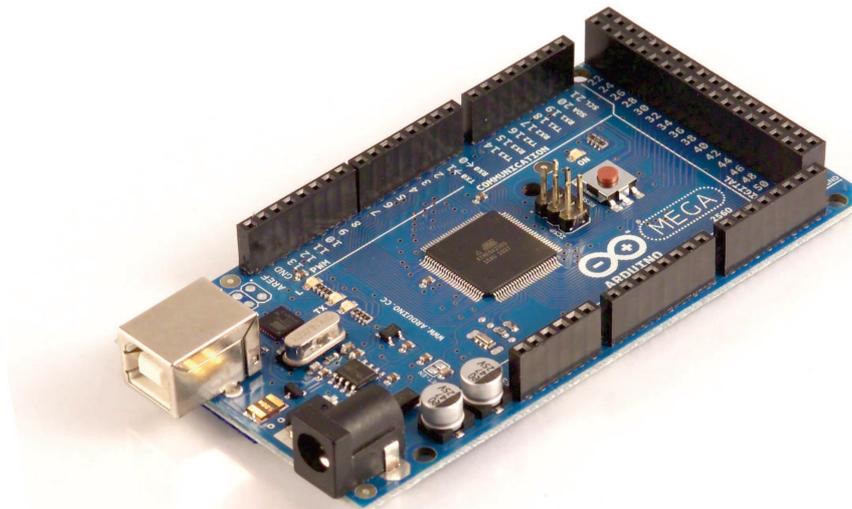
The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



radiospares

RADIONICS



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Mega2560 is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega2560 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Mega2560 is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Mega2560. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Mega contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Mega has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics and Shield Compatibility

The maximum length and width of the Mega PCB are 4 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.

The Mega is designed to be compatible with most shields designed for the Diecimila or Duemilanove. Digital pins 0 to 13 (and the adjacent AREF and GND pins), analog inputs 0 to 5, the power header, and ICSP header are all in equivalent locations. Further the main UART (serial port) is located on the same pins (0 and 1), as are external interrupts 0 and 1 (pins 2 and 3 respectively). SPI is available through the ICSP header on both the Mega and Duemilanove / Diecimila. **Please note that I²C is not located on the same pins on the Mega (20 and 21) as the Duemilanove / Diecimila (analog inputs 4 and 5).**



radiospares

RADIONICS



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

// The setup() method runs once, when the sketch starts

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output:
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
```



Done compiling.

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



Blinking Led!

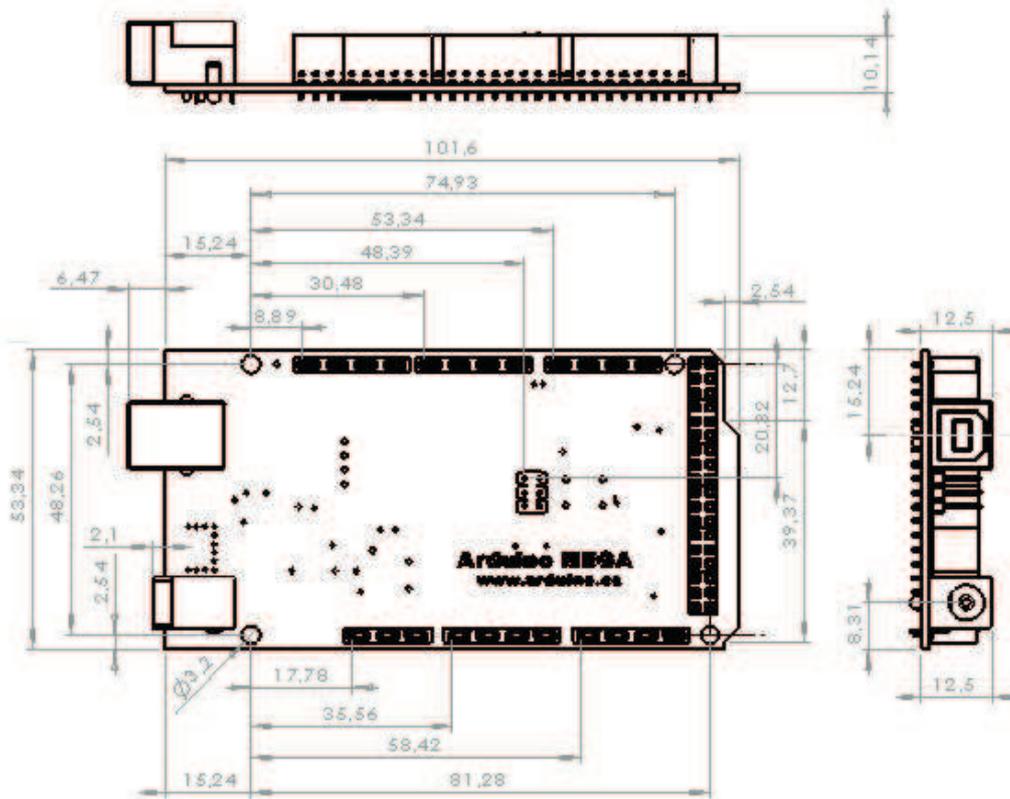
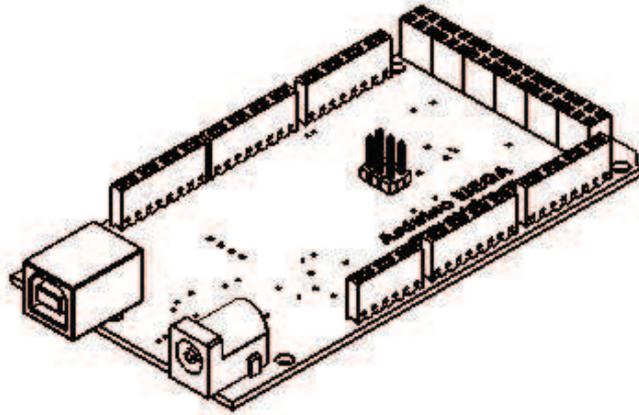


radiospares

RADIONICS



Dimensioned Drawing



radiospares

RADIONICS



Terms & Conditions



1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino™ products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino™ products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino™ products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino™ products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



Environmental Policies



The producer of Arduino™ has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



radiospares

RADIONICS



4.0 PRODUCT SPECIFICATION

4.1 Current Consumption

This information table below provides current consumption of Samsung SD/microSD Card. Current consumption is measured by averaging over 1 second.

[Table 4-1] : Current Consumption Table

Mode	Max. Interface Frequency	Operations	Max.
Default Mode	25Mhz	Read	100mA
		Write	
High Speed Mode	50Mhz	Read	200mA
		Write	

NOTE:

Current consumption on each device can be varied by NAND Flash, . of chips, test conditions and Etc. For specific information, refer to Samsung SD/microSD Card Qualification report.

4.2 System Performance

4.2.1 Product Performance & Speed Class Information

Product Performance and Speed Class Informations are based on TestMetrix compliance Tool. Note that the performance measured by TestMetrix does not represent real performance in various circumstances.

[Table 4-2] : Performance Information

Product Number	Write Performance (MB/s)	Read Performance (MB/s)	Speed Class ¹
MMBTF04GWBCA-xMExx	7	24	Class 4
MMBTF08GWBCA-xMExx	13		Class 6
MMBTF16GWBCA-xMExx	13		Class 6

NOTE:

1) Five Speed Classes are defined and indicate minimum performance of the cards in Speed Class Test Mode. Speed Class compliant SDA Physical Layer Specification, Version 3.00

- .Class 0 - These Class cards do not specify performance. It includes all the legacy cards prior to this specification, regardless of its performance
- .Class 2 - is more than or equal to 2MB/s performance
- .Class 4 - is more than or equal to 4MB/s performance
- .Class 6 - is more than or equal to 6MB/s performance
- .Class 10 - is more than or equal to 10MB/s performance

4.2.2 Read, Write Timeout Error Conditions

SEC SD/microSD Card shall complete the command within the time period defined as follows or give up and return and error message. If the host does not get any response with the given timeout it should assume that the card is not going to respond and try recover. For more information, refer to Section 4.6 of the SDA Physical Layer Specification, Version 3.00

[Table 4-3] : Timeout Error Conditions

Timing	Max. Value
Block Read Access Time	100ms
Block Write Access Time	250ms(SDSC/SDHC), 500ms(SDXC)
Initialization Time out(ACMD 41) ¹	1s

NOTE:

1) The host shall set ACMD41 timeout more than 1 second to abort repeat of issuing ACMD41 when the card does not indicate ready. The timeout count starts from the first ACMD41 which is set voltage window in the argument.

4.3 SD Mode Card Registers

Six registers are defined within the card interface: OCR, CID, CSD, RCA, DSR and SCR. These can be accessed only by corresponding commands. The OCR, CID, CSD and SCR registers carry the card/content specific information, while the RCA and DSR registers are configuration registers storing actual configuration parameters.

4.3.1 OCR Register

- The 32-bit operation conditions register stores the V_{DD} voltage profile of the card. Additionally, this register includes status information bits.
- See Section 5.1 of the SDA Physical Layer Specification, Version 3.00 for more information.

[Table 4-4] : OCR Register Definition

OCR bit	VDD Voltage Window	OCR Value
0-3	reserved	0
4	reserved	0
5	reserved	0
6	reserved	0
7	reserved for Low Voltage Range	0
8	reserved	0
9	reserved	0
10	reserved	0
11	reserved	0
12	reserved	0
13	reserved	0
14	reserved	0
15	2.7 - 2.8	1
16	2.8 - 2.9	1
17	2.9 - 3.0	1
18	3.0 - 3.1	1
19	3.1 - 3.2	1
20	3.2 - 3.3	1
21	3.3 - 3.4	1
22	3.4 - 3.5	1
23	3.5 - 3.6	1
24 ³	Switching to 1.8V Accepted (S18A)	0
24 - 29	reserved	0
30	Card Capacity Staus(CCS) ¹	-
31	Card power up status bit(busy) ²	-

NOTE:

- 1) This bit is valid only when the card power up status bit is set.
- 2) This bit is set to LOW if the card has not finished the power up routine.
- 3) Only UHS-I card supports this bit.

4.3.2 CID Register

The Card IDentification (CID) register is 128 bits wide. It contains the card identification information used during the card identification phase. Every individual Read/Write (RW) card shall have a unique identification number. It is programmed during manufacturing and cannot be changed by card hosts. The structure of the CID register is defined in the following paragraphs:

[Table 4-5] : CID Register Fields

Name	Field	Type	Width	CID Value		
				4GB	8GB	16GB
Manufacturer ID	MID	Binary	8	CID Register Value can be provided by Customer Request		
OEM/Application ID	OID	ASCII	16			
Product name	PNM	ASCII	40			
Product revision	PRV	BCD	8			
Product serial number	PSN	Binary	32			
Reserved	-	-	4			
Manufacturing date	MDT	BCD	12			
CRC7 checksum	CRC	Binary	7			
not used, always '1'	-	-	1			

1. XBee®/XBee-PRO® RF Modules

The XBee and XBee-PRO RF Modules were engineered to meet IEEE 802.15.4 standards and support the unique needs of low-cost, low-power wireless sensor networks. The modules require minimal power and provide reliable delivery of data between devices.

The modules operate within the ISM 2.4 GHz frequency band and are pin-for-pin compatible with each other.



Key Features

Long Range Data Integrity

XBee

- Indoor/Urban: up to 100' (30 m)
- Outdoor line-of-sight: up to 300' (90 m)
- Transmit Power: 1 mW (0 dBm)
- Receiver Sensitivity: -92 dBm

XBee-PRO

- Indoor/Urban: up to 300' (90 m), 200' (60 m) for International variant
- Outdoor line-of-sight: up to 1 mile (1600 m), 2500' (750 m) for International variant
- Transmit Power: 63mW (18dBm), 10mW (10dBm) for International variant
- Receiver Sensitivity: -100 dBm

RF Data Rate: 250,000 bps

Advanced Networking & Security

Retries and Acknowledgements
DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
Each direct sequence channels has over 65,000 unique network addresses available
Source/Destination Addressing
Unicast & Broadcast Communications
Point-to-point, point-to-multipoint and peer-to-peer topologies supported

Low Power

XBee

- TX Peak Current: 45 mA (@3.3 V)
- RX Current: 50 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 10 μ A

XBee-PRO

- TX Peak Current: 250mA (150mA for international variant)
- TX Peak Current (RPSMA module only): 340mA (180mA for international variant)
- RX Current: 55 mA (@3.3 V)
- Power-down Current: < 10 μ A

ADC and I/O line support

Analog-to-digital conversion, Digital I/O
I/O Line Passing

Easy-to-Use

No configuration necessary for out-of box RF communications
Free X-CTU Software (Testing and configuration software)
AT and API Command Modes for configuring module parameters
Extensive command set
Small form factor

Worldwide Acceptance

FCC Approval (USA) Refer to Appendix A [p64] for FCC Requirements. Systems that contain XBee®/XBee-PRO® RF Modules inherit Digi Certifications.

ISM (Industrial, Scientific & Medical) **2.4 GHz frequency band**

Manufactured under **ISO 9001:2000** registered standards

XBee®/XBee-PRO® RF Modules are optimized for use in the United States, Canada, Australia, Japan, and Europe. Contact Digi for complete list of government agency approvals.



Specifications

Table 1-01. Specifications of the XBee®/XBee-PRO® RF Modules

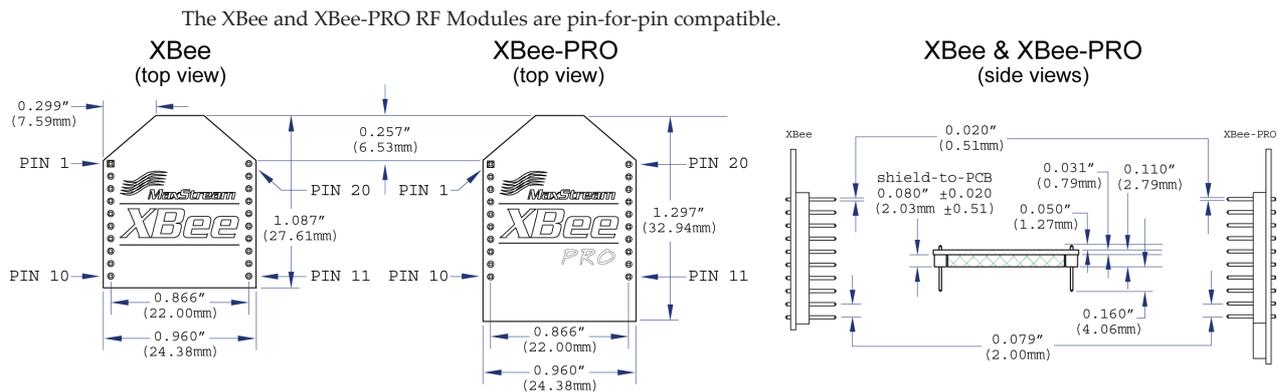
Specification	XBee	XBee-PRO
Performance		
Indoor/Urban Range	Up to 100 ft (30 m)	Up to 300 ft. (90 m), up to 200 ft (60 m) International variant
Outdoor RF line-of-sight Range	Up to 300 ft (90 m)	Up to 1 mile (1600 m), up to 2500 ft (750 m) international variant
Transmit Power Output (software selectable)	1mW (0 dBm)	63mW (18dBm)* 10mW (10 dBm) for International variant
RF Data Rate	250,000 bps	250,000 bps
Serial Interface Data Rate (software selectable)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)	1200 bps - 250 kbps (non-standard baud rates also supported)
Receiver Sensitivity	-92 dBm (1% packet error rate)	-100 dBm (1% packet error rate)
Power Requirements		
Supply Voltage	2.8 – 3.4 V	2.8 – 3.4 V
Transmit Current (typical)	45mA (@ 3.3 V)	250mA (@3.3 V) (150mA for international variant) RPSMA module only: 340mA (@3.3 V) (180mA for international variant)
Idle / Receive Current (typical)	50mA (@ 3.3 V)	55mA (@ 3.3 V)
Power-down Current	< 10 µA	< 10 µA
General		
Operating Frequency	ISM 2.4 GHz	ISM 2.4 GHz
Dimensions	0.960" x 1.087" (2.438cm x 2.761cm)	0.960" x 1.297" (2.438cm x 3.294cm)
Operating Temperature	-40 to 85° C (industrial)	-40 to 85° C (industrial)
Antenna Options	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector	Integrated Whip, Chip or U.FL Connector, RPSMA Connector
Networking & Security		
Supported Network Topologies	Point-to-point, Point-to-multipoint & Peer-to-peer	
Number of Channels (software selectable)	16 Direct Sequence Channels	12 Direct Sequence Channels
Addressing Options	PAN ID, Channel and Addresses	PAN ID, Channel and Addresses
Agency Approvals		
United States (FCC Part 15.247)	OUR-XBEE	OUR-XBEEPRO
Industry Canada (IC)	4214A XBEE	4214A XBEEPRO
Europe (CE)	ETSI	ETSI (Max. 10 dBm transmit power output)*
Japan	R201WW07215214	R201WW08215111 (Max. 10 dBm transmit power output)*
Australia	C-Tick	C-Tick

* See Appendix A for region-specific certification requirements.

Antenna Options: The ranges specified are typical when using the integrated Whip (1.5 dBi) and Dipole (2.1 dBi) antennas. The Chip antenna option provides advantages in its form factor; however, it typically yields shorter range than the Whip and Dipole antenna options when transmitting outdoors. For more information, refer to the "XBee Antennas" Knowledgebase Article located on Digi's Support Web site

Mechanical Drawings

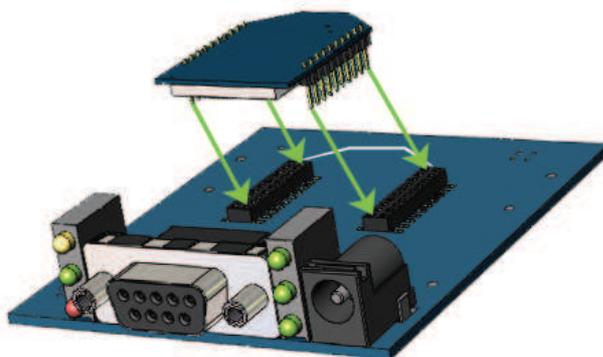
Figure 1-01. Mechanical drawings of the XBee®/XBee-PRO® RF Modules (antenna options not shown)



Mounting Considerations

The XBee®/XBee-PRO® RF Module was designed to mount into a receptacle (socket) and therefore does not require any soldering when mounting it to a board. The XBee Development Kits contain RS-232 and USB interface boards which use two 20-pin receptacles to receive modules.

Figure 1-02. XBee Module Mounting to an RS-232 Interface Board.



The receptacles used on Digi development boards are manufactured by Century Interconnect. Several other manufacturers provide comparable mounting solutions; however, Digi currently uses the following receptacles:

- Through-hole single-row receptacles - Samtec P/N: MMS-110-01-L-SV (or equivalent)
- Surface-mount double-row receptacles - Century Interconnect P/N: CPRMSL20-D-0-1 (or equivalent)
- Surface-mount single-row receptacles - Samtec P/N: SMM-110-02-SM-S

Digi also recommends printing an outline of the module on the board to indicate the orientation the module should be mounted.

Pin Signals

Figure 1-03. XBee®/XBee-PRO® RF Module Pin Numbers

(top sides shown - shields on bottom)

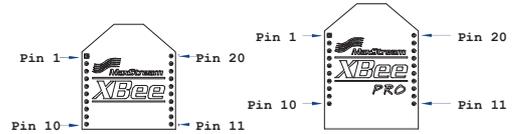


Table 1-02. Pin Assignments for the XBee and XBee-PRO Modules

(Low-asserted signals are distinguished with a horizontal line above signal name.)

Pin #	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN / <u>CONFIG</u>	Input	UART Data In
4	DO8*	Output	Digital Output 8
5	<u>RESET</u>	Input	Module Reset (reset pulse must be at least 200 ns)
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0 / RX Signal Strength Indicator
7	PWM1	Output	PWM Output 1
8	[reserved]	-	Do not connect
9	DTR / SLEEP_RQ / DI8	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input 8
10	GND	-	Ground
11	AD4 / DIO4	Either	Analog Input 4 or Digital I/O 4
12	<u>CTS</u> / DIO7	Either	Clear-to-Send Flow Control or Digital I/O 7
13	ON / <u>SLEEP</u>	Output	Module Status Indicator
14	VREF	Input	Voltage Reference for A/D Inputs
15	Associate / AD5 / DIO5	Either	Associated Indicator, Analog Input 5 or Digital I/O 5
16	<u>RTS</u> / AD6 / DIO6	Either	Request-to-Send Flow Control, Analog Input 6 or Digital I/O 6
17	AD3 / DIO3	Either	Analog Input 3 or Digital I/O 3
18	AD2 / DIO2	Either	Analog Input 2 or Digital I/O 2
19	AD1 / DIO1	Either	Analog Input 1 or Digital I/O 1
20	AD0 / DIO0	Either	Analog Input 0 or Digital I/O 0

* Function is not supported at the time of this release

Design Notes:

- Minimum connections: VCC, GND, DOUT & DIN
- Minimum connections for updating firmware: VCC, GND, DIN, DOUT, RTS & DTR
- Signal Direction is specified with respect to the module
- Module includes a 50k Ω pull-up resistor attached to RESET
- Several of the input pull-ups can be configured using the PR command
- Unused pins should be left disconnected

Electrical Characteristics

Table 1-03. DC Characteristics (VCC = 2.8 - 3.4 VDC)

Symbol	Characteristic	Condition	Min	Typical	Max	Unit
V _{IL}	Input Low Voltage	All Digital Inputs	-	-	0.35 * VCC	V
V _{IH}	Input High Voltage	All Digital Inputs	0.7 * VCC	-	-	V
V _{OL}	Output Low Voltage	I _{OL} = 2 mA, VCC >= 2.7 V	-	-	0.5	V
V _{OH}	Output High Voltage	I _{OH} = -2 mA, VCC >= 2.7 V	VCC - 0.5	-	-	V
I _{IIN}	Input Leakage Current	V _{IN} = VCC or GND, all inputs, per pin	-	0.025	1	µA
I _{IOZ}	High Impedance Leakage Current	V _{IN} = VCC or GND, all I/O High-Z, per pin	-	0.025	1	µA
TX	Transmit Current	VCC = 3.3 V	-	45 (XBee) 215, 140 (PRO, Int)	-	mA
RX	Receive Current	VCC = 3.3 V	-	50 (XBee) 55 (PRO)	-	mA
PWR-DWN	Power-down Current	SM parameter = 1	-	< 10	-	µA

Table 1-04. ADC Characteristics (Operating)

Symbol	Characteristic	Condition	Min	Typical	Max	Unit
V _{REFH}	VREF - Analog-to-Digital converter reference range		2.08	-	V _{DDAD} *	V
I _{REF}	VREF - Reference Supply Current	Enabled	-	200	-	µA
		Disabled or Sleep Mode	-	< 0.01	0.02	µA
V _{INDC}	Analog Input Voltage ¹		V _{SSAD} - 0.3	-	V _{DDAD} + 0.3	V

1. Maximum electrical operating range, not valid conversion range.

* V_{DDAD} is connected to VCC.

Table 1-05. ADC Timing/Performance Characteristics¹

Symbol	Characteristic	Condition	Min	Typical	Max	Unit
R _{AS}	Source Impedance at Input ²		-	-	10	kΩ
V _{AIN}	Analog Input Voltage ³		V _{REFL}		V _{REFH}	V
RES	Ideal Resolution (1 LSB) ⁴	2.08V ≤ V _{DDAD} ≤ 3.6V	2.031	-	3.516	mV
DNL	Differential Non-linearity ⁵		-	±0.5	±1.0	LSB
INL	Integral Non-linearity ⁶		-	±0.5	±1.0	LSB
E _{ZS}	Zero-scale Error ⁷		-	±0.4	±1.0	LSB
F _{FS}	Full-scale Error ⁸		-	±0.4	±1.0	LSB
E _{IL}	Input Leakage Error ⁹		-	±0.05	±5.0	LSB
E _{TU}	Total Unadjusted Error ¹⁰		-	±1.1	±2.5	LSB

1. All ACCURACY numbers are based on processor and system being in WAIT state (very little activity and no IO switching) and that adequate low-pass filtering is present on analog input pins (filter with 0.01 µF to 0.1 µF capacitor between analog input and VREFL). Failure to observe these guidelines may result in system or microcontroller noise causing accuracy errors which will vary based on board layout and the type and magnitude of the activity.

Data transmission and reception during data conversion may cause some degradation of these specifications, depending on the number and timing of packets. It is advisable to test the ADCs in your installation if best accuracy is required.

2. R_{AS} is the real portion of the impedance of the network driving the analog input pin. Values greater than this amount may not fully charge the input circuitry of the ATD resulting in accuracy error.

3. Analog input must be between V_{REFL} and V_{REFH} for valid conversion. Values greater than V_{REFH} will convert to \$3FF.

4. The resolution is the ideal step size or 1LSB = (V_{REFH}-V_{REFL})/1024

5. Differential non-linearity is the difference between the current code width and the ideal code width (1LSB). The current code width is the difference in the transition voltages to and from the current code.

6. Integral non-linearity is the difference between the transition voltage to the current code and the adjusted ideal transition voltage for the current code. The adjusted ideal transition voltage is (Current Code-1/2)*(1/((V_{REFH}+E_{FS})-(V_{REFL}+E_{ZS}))).

7. Zero-scale error is the difference between the transition to the first valid code and the ideal transition to that code. The Ideal transition voltage to a given code is (Code-1/2)*(1/(V_{REFH}-V_{REFL})).

8. Full-scale error is the difference between the transition to the last valid code and the ideal transition to that code. The ideal transition voltage to a given code is (Code-1/2)*(1/(V_{REFH}-V_{REFL})).

9. Input leakage error is error due to input leakage across the real portion of the impedance of the network driving the analog pin. Reducing the impedance of the network reduces this error.

10. Total unadjusted error is the difference between the transition voltage to the current code and the ideal straight-line transfer function. This measure of error includes inherent quantization error (1/2LSB) and circuit error (differential, integral, zero-scale, and full-scale) error. The specified value of E_{TU} assumes zero E_{IL} (no leakage or zero real source impedance).

ANEXO E
ESPECIFICACIONES DE SEGURIDAD



Guide to Products Conforming to International Standards

Overseas Information » [Guide to Products Conforming to International Standards](#) » [What is UL/cUL Certification?](#)

What is UL/cUL Certification? (Products conforming to UL/cUL, MET)

UL standards (UL = Underwriters Laboratories Inc.)

As of March 2011

What are UL Standards?

Established with sponsorship by an organization of fire underwriters in 1894, in the wake of a major fire at the Chicago World's Fair in 1893, UL is a non-profit testing laboratory and the standards body most recognized in the U.S. It examines and tests devices, systems and materials to determine their relation to hazards to life and property, and publishes standards and certifications.

Although UL certification is basically optional, a great many electrical products made in the U.S. obtain UL certification.

Purpose of UL Standards

UL standards aim to remove risks of fire and electric shock caused by electric products. Products in the U.S. generally require certification by a Nationally Recognized Testing Laboratory (NRTL).

Classification of UL Standards

UL standards relate to six technical sectors: (1) electrical engineering; (2) fire prevention; (3) anti-theft and alarms; (4) heating and air conditioning; (5) injuries and chemical injuries; and (6) shipping engineering.

SMC's products fall under electrical engineering.

Classification and Categories of UL Standards

UL standards certification includes listing certification and recognition certification.

Listing certification is generally of an end product, while recognition certification is for parts included within a product.

SMC's valves and switches are basically considered parts to be incorporated into a product, and are subject to recognition certification.

UL-certified products are assigned a CCN (Category Control Number) according to the product category. A CCN, in principle, consists of four letters and a one-digit number.



UL Standards and CSA Standards

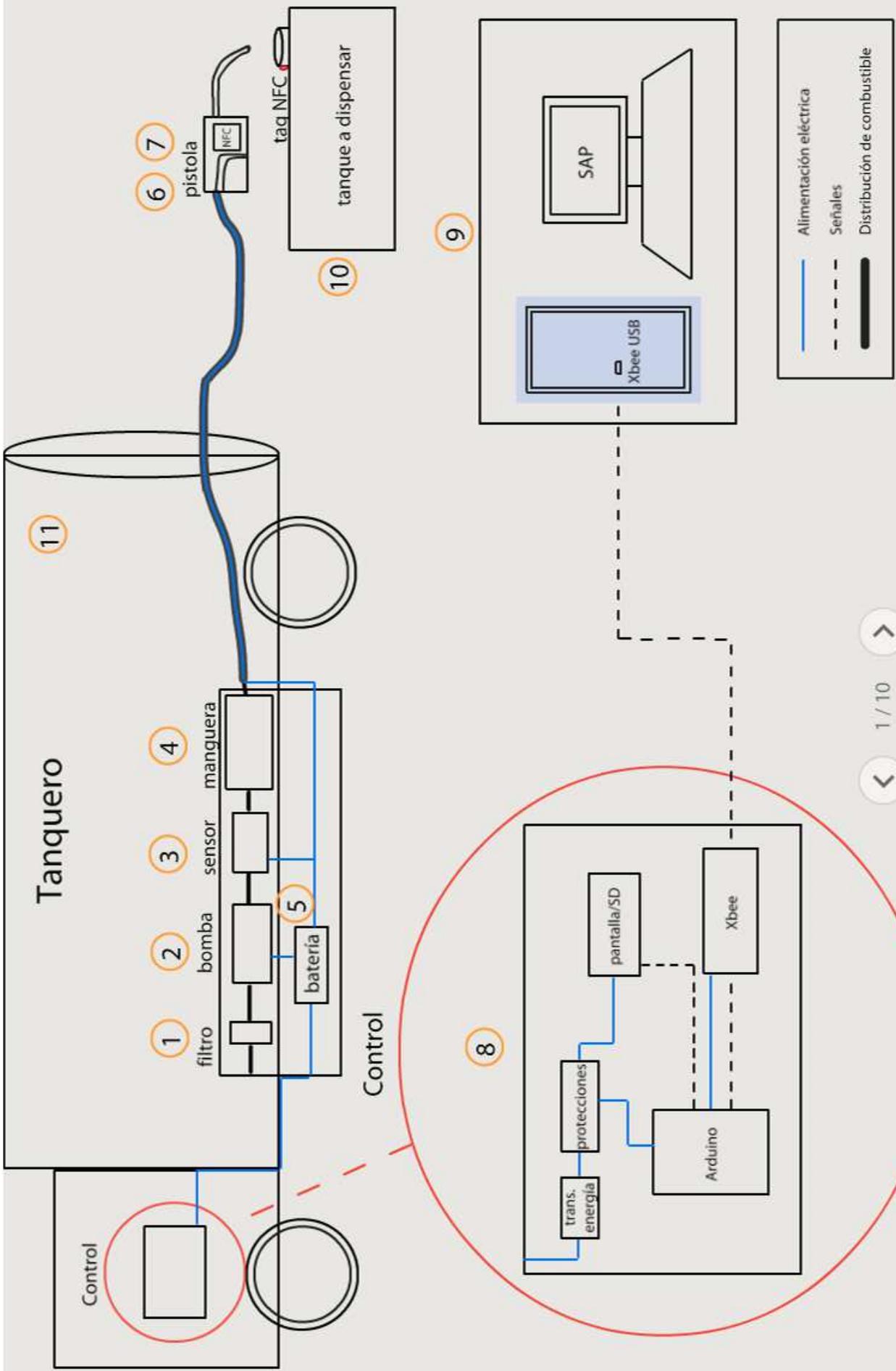
The United States and Canada have a Mutual Recognition Agreement (MRA) providing for the recognition of certifications by the other. When a product is certified by UL based on Canadian standards (CSA standards), the certification mark for the said product will be the C-UL mark shown below, meaning conformity to CSA standards.

	Mark for U.S.	Mark for Canada	Mark for U.S./Canada
Listing mark			
Recognition mark			

*The above certification marks are examples used UL (being an NRTL). Marks used by other NRTL's are different.

[HOME](#) | [Contact Us](#) | [Terms of Use](#) | [Privacy Policy](#) | [Corporate Profile](#) | [Investor Relations](#) | [Japanese](#) |

ANEXO F
DIAGRAMA DEL ENSAMBLAJE



ANEXO G
MANUAL DE USUARIO



Manual de Usuario

CONSERMIN S.A.

MANUAL DE USUARIO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL PARA VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN MAQUINARIA PESADA, DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS DE MINERÍA CONSERMIN S.A.

MANUAL DE USUARIO

OBJETIVO

Conocer, identificar y ejecutar los procedimientos aquí descritos, para el óptimo abastecimiento de combustible en cada una de las maquinarias del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El siguiente manual está dirigido a los usuarios, es decir, a los operadores de las maquinarias a dispensar, al operador del tanquero abastecedor y a la persona que recepta los datos en bodega, quienes serán capaces de utilizar correctamente el sistema para dispensar de diésel y registrar el abastecimiento realizado a los diversos equipos del proyecto.

Se prevé que la empresa se encargó de planificar y ejecutar capacitaciones necesarias y realizó algunas pruebas con su personal.

Este manual procura ser una ayuda en caso de dudas de operación, solución de problemas y preguntas frecuentes sobre el sistema.

INSTRUCCIONES PARA OPERADORES DE MAQUINARIAS

Esta sección está dirigida a los operadores de los diversos equipos con los que cuenta la empresa. Para lo cual, una vez que el tanquero abastecedor llegue a su ubicación, debe proceder con los siguientes pasos:

1. Espere por los turnos de abastecimiento, ya sea en el día o en la noche.
2. Cuando llegue el tanquero, detenga momentáneamente su trabajo.
3. Retire la tapa del combustible y espere a que el operador del tanquero coloque la manguera y empiece a abastecer.
4. Una vez que el tanque de su maquinaria esté lleno, el operador del tanquero retirará la pistola, y después, coloque la tapa.
5. El operador del tanquero le pedirá el kilometraje u horómetro según el caso, para registrarlo en la pantalla dentro de la cabina del tanquero.
6. Después le solicitará su nombre, para que, de igual manera, pueda registrarlo en la pantalla.

7. Continúe con sus labores.

INSTRUCCIONES PARA EL OPERADOR DEL TANQUERO

La presente sección guiará al operador del tanquero, en este caso, el conductor, en su función de abastecimiento a cada una de las maquinarias del proyecto, para lo cual debe seguir los siguientes pasos:

1. Una vez iniciado su turno, asegúrese que el tanquero se encuentre en buenas condiciones y esté listo para partir de bodega.
2. Encienda el tanquero, a lo que dará inicio a todo el sistema implementado.
3. Diríjase al primer equipo a abastecer.
4. Detenga el camión pero **no** apague el motor.
5. Desenrolle la manguera y coloque la pistola en el tanque.
6. Proceda a presionar el gatillo de la pistola. Ésta se detendrá una vez que el tanque abastecido esté lleno.
7. Tome la manguera y regrésela a su lugar.
8. Solicite al operador del equipo, el kilometraje u horómetro, según sea el caso y regístrelo en la pantalla ubicada en su cabina.
9. Pida el nombre del operador que receptó el combustible y escríbalo en la pantalla.
10. Presione aceptar.
11. Diríjase a la siguiente maquinaria a abastecer y siga los pasos desde el punto 4 hasta el 10, hasta que haya abastecido a todas las maquinas del proyecto, correspondiente a dicho turno del día.
12. Regrese a bodega, espere unos minutos y apague el camión.

INSTRUCCIONES PARA EL OPERADOR EN BODEGA

Esta sección esta dirigida para el operario que receptorá la información adquirida en el proceso. Para lo cual debe cumplir con lo siguiente:

1. Asegúrese que la computadora que receptorá la información esté encendida.

2. Una vez que el tanquero se acerque, el módulo XBEE ubicado en el tanquero localizará a la cercanía, el módulo XBEE ubicado en la bodega y realizará una conexión.
3. El módulo XBEE colocado en el camión enviará automáticamente el archivo con los datos recibidos.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

ERROR EN LA OBTENCIÓN DE DATOS

- **El tanquero está apagado**

Asegúrese de que el tanquero se encuentre siempre encendido antes de realizar el abastecimiento.

- **La pantalla está apagada**

Puede ser que el tanquero se encuentre apagado, en ese caso, enciéndalo. O a su vez, el fusible se quemó por lo que tendrá que reemplazarlo.

- **El sensor está apagado**

Asegúrese de encender el tanquero.

- **Existe algún cable suelto**

Antes de empezar a abastecer, asegúrese que todos los cables se encuentren conectados en su respectivo lugar. Si observa un cable suelto, reconéctelo.

- **El lector está apagado**

Puede ser que el tanquero se encuentre apagado, en ese caso, enciéndalo. O a su vez, el fusible se quemó por lo que tendrá que reemplazarlo.

ERROR EN LA RECEPCIÓN DE DATOS

- **La computadora está apagada**

Verifique que la computadora que receptorá los datos obtenidos esté siempre encendida cuando el tanquero esté cerca de llegar a la bodega.

- **No se recibieron los datos en la bodega**

Cerciórese de que el tanquero se encuentre a una distancia no mayor de 50m para que se realice la comunicación entre dispositivos XBEE.

- **No todos los datos se recibieron**

Asegúrese de registrar todos los datos necesarios durante el abastecimiento.

FAQ's

Esta sección brinda una serie de respuestas a las preguntas más frecuentes realizadas por los usuarios del sistema.

Resulta imprescindible que toda anomalía sea documentada e informada a la persona que esté a cargo del proyecto, para dar seguimiento al problema y dotar de suministros a la brevedad posible.

¿Qué se debe hacer si el sistema no funciona correctamente?

En el caso de que el sistema no funcione correctamente, ya sea que no reciba todos los datos, que los componentes no se enciendan, etc., personal capacitado deberá inspeccionar con el fin de encontrar posibles averías o fallos. Es por eso que se recomienda programar y ejecutar mantenimientos preventivos, para alargar los correctivos.

¿Qué hacer si el sensor no se prende o no funciona?

Después de constatar que el tanquero se encuentra encendido y que la batería suministra el voltaje requerido por el sensor (24V), se debe proceder a evaluar que el dispositivo no haya sido alterado con fines negativos, y de ser necesario, debe ser reemplazado a la brevedad posible.

¿Qué hacer si la pantalla no se prende o no funciona?

Después de constatar que el tanquero se encuentra encendido y que la batería suministra el voltaje requerido por los equipos electrónicos (5V), se debe proceder a evaluar que el dispositivo no haya sido alterado con fines negativos, y de ser necesario, debe ser reemplazado a la brevedad posible.

¿Cómo saber si los datos llegaron a la bodega?

Por seguridad, únicamente el operario encargado en bodega, tiene acceso a dicha información. La cual está protegida con contraseña contra escritura. De requerir alguna confirmación adicional, el operario procederá a enviar un informe a la persona que solicite dicha información.

¿Qué hacer si el tanquero se apaga en medio de una carga?

El tanquero siempre realizará el abastecimiento con el motor encendido. Si por algún motivo el tanquero retirara el suministro de voltaje por parte de la batería, es decir, apagara el tanquero, los datos serán almacenados hasta que el sistema estuvo prendido. Por lo que el protocolo consistirá en dar seguimiento a este inconveniente con el fin de que en futuras cargas no vuelva a suceder. De ser necesario se podría optar por registrar la carga en papel para después procesarla.

¿Cómo tomar la información mientras el tanquero está detenido debido a una avería?

Se recomienda realizar mantenimientos preventivos al tanquero, con el fin de obtenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento. Pero en el caso de que éste se averíe, se debe registrar los datos en papel como se lo hacía anteriormente, y delegar a una persona para que grabe la información en un archivo de Excel, para su posterior exportación a SAP.

¿Qué hacer si el controlador no recibe los datos?

Un ingeniero capacitado deberá proceder a abrir la caja en donde se alojan los dispositivos electrónicos, en este caso, el controlador, y verificar que se encienda, que no existan conexiones sueltas, resetearlo, y si es necesario, reemplazarlo a la brevedad posible.

¿Qué sucede si la pistola fue retirada del tanque antes de finalizar la carga?

La pistola de suministro de combustible no debe ser retirada hasta finalizar la carga, si esto sucede, el sistema reconocerá que el equipo, mediante el tag NFC, ya no se encuentra a su alcance, por lo que no grabará ese dato. Posteriormente, se debe realizar seguimiento para saber qué o quién, ocasionó el problema.

¿Qué hacer si el tanquero se queda sin batería?

Se debe procurar que la batería, así como el tanquero se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento, para lo cual se deberán ejecutar mantenimientos preventivos. Si aun así, el tanquero se queda sin batería, los datos deberán ser

registrados manualmente, para su posterior procesamiento. Se deberá reemplazar la batería o si es aplicable, recargarla.

¿Qué sucede si se acerca la pistola para registrar el equipo y luego se la retira para llenar a otra máquina?

El sistema no está diseñado para cumplir dicho propósito y no debe ser usado como tal. Sin embargo, el lector NFC ubicado en la pistola, detecta el equipo siempre y cuando esté cerca. Si existen anomalías en el dato del equipo registrado, el personal debe dar seguimiento al problema refiriéndose a las maquinarias en cuestión.

¿Cómo hacer que el tanquero funcione de forma manual si el sistema se encuentra varios días dañado y no se puede reemplazar el módulo en la rapidez deseada?

En el caso de necesitar las funciones normales del tanquero, es decir, el uso de la bomba, la manguera, el medidor y la pistola automática, se deberá retirar la alimentación eléctrica a los equipos electrónicos, con el fin de que no obtengan los datos automáticamente. Se deberán registrar los datos de manera manual como se lo hacía anteriormente. Se recomienda asignar a una sola persona para que realice dicho procedimiento, con el fin, de evitar anomalías.

Recomendación final:

Si el inconveniente detectado aún persiste o si tiene dudas adicionales, comuníquese con el Departamento de Tecnologías de la Comunicación de Consermin S.A., o con Gisell Albán a los teléfonos: 2438609, 2450613 o 0995586368, o envíe un correo electrónico a giss_e@hotmail.com.

Elaborado por: Gisell Albán

ANEXO H

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA



Manual de Implementación y Puesta en Marcha

CONSERMIN S.A.

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL PARA VERIFICACIÓN DEL PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN MAQUINARIA PESADA, DE LA EMPRESA CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS DE MINERÍA CONSERMIN S.A.

MANUAL DE IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

OBJETIVO

Observar, identificar y colocar los dispositivos necesarios para la implementación del sistema, según se describe en este documento, con el fin de garantizar el óptimo funcionamiento del mismo para abastecer de combustible en cada una de las maquinarias del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El siguiente manual constituye una referencia para la ubicación de los dispositivos que comprenden el sistema. No se trata de una guía estricta, sino que de hecho se trata de un apoyo técnico, ya que éstos se podrán ubicar según la empresa considere conveniente.

Es importante recalcar que la implementación de los dispositivos debe ser realizada por personal capacitado que conozca sobre los posibles riesgos eléctricos, derrames de combustible y posibles explosiones. Además que esté preparado con conocimientos de primeros auxilios, seguridad industrial y aplicación de normas y estándares.

Este manual pretende además, ser una ayuda en caso de dudas de implementación, solución de problemas y preguntas frecuentes sobre el sistema.

Al cumplir adecuadamente con las instrucciones presentadas en este manual se garantiza la seguridad del sistema, la funcionalidad y aumentará la vida útil del mismo. El no cumplir con dichas instrucciones podría afectar la integridad física de los usuarios y de los elementos que intervienen en el sistema.

ELEMENTOS A IMPLEMENTAR

- Filtro para diésel
- Bomba para combustible
- Medidor de flujo con generador de pulsos

- Manguera retráctil
- Pistola automática
- Transformador de energía
- Protecciones de corriente
- Lector y tags NFC
- Caja de protección que incluye la pantalla táctil, los módulos Arduino, la tarjeta SD y uno de los módulos XBEE
- Módulo USB XBEE
- Cables

Para el detalle de las características de los equipos a implementar, refiérase al subcapítulo 3.2 de la documentación del proyecto

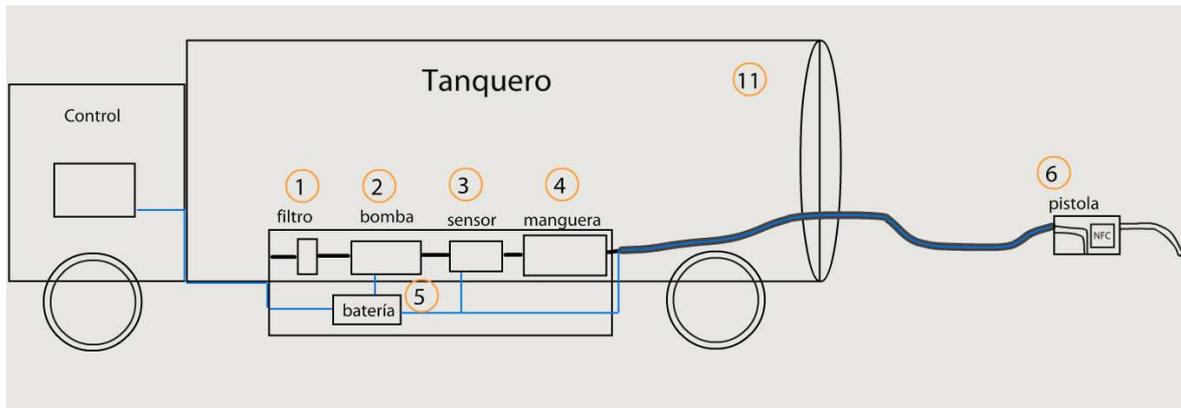
HERRAMIENTAS A USAR

- Multímetro

IMPLEMENTACIÓN

Empiece con la parte mecánica. Sustituya la manguera anteriormente utilizada por la manguera retráctil (4) y conecte la pistola automática al final de ésta (6). A continuación coloque la bomba de combustible (2) en donde solía estar la bomba de agua y fíjela ahí. Proceda a situar el filtro (1) en posición y conéctelo a la manguera que baja del tanquero.

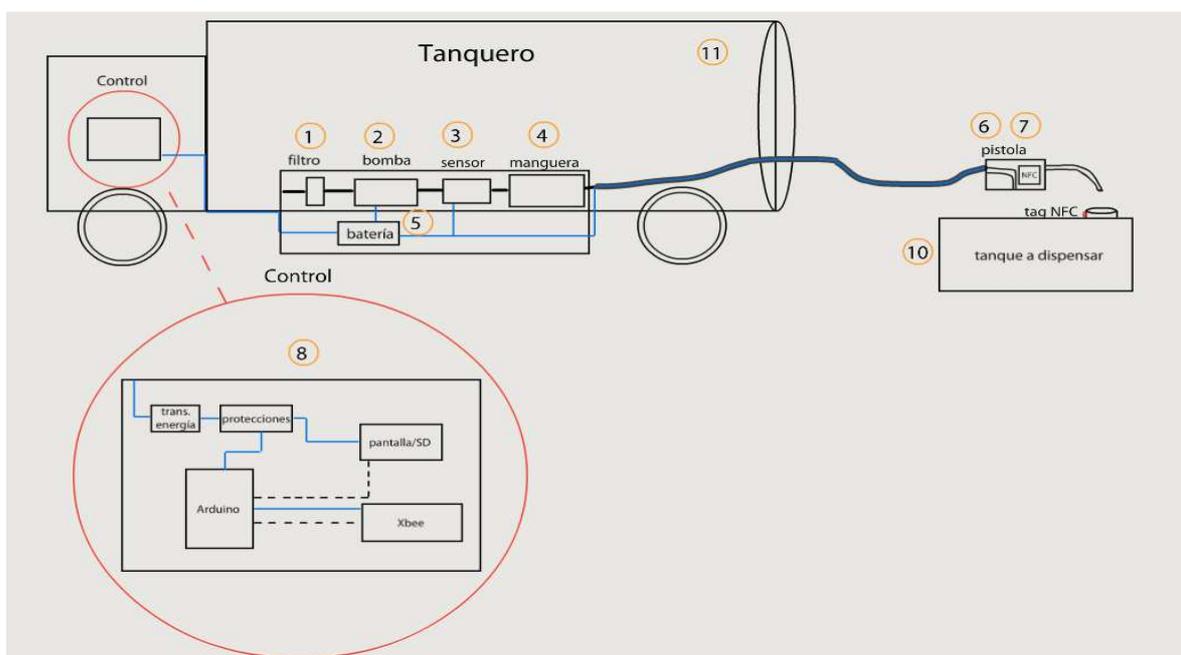
El filtro (1) debe ser conectado a la bomba (2) mediante una manguera. Y a través de otra manguera conecte la bomba (2) y el sensor (3). Proceda a conectar el otro extremo de la manguera retráctil (4) al sensor (3). Como muestra la figura a continuación:



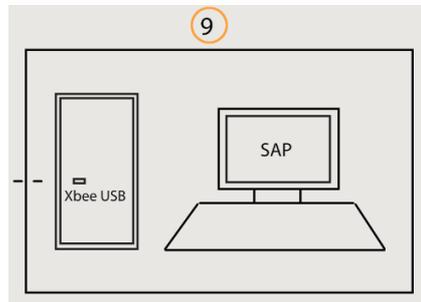
Con respecto a la parte electrónica. Dentro de la caja de protección (8) se encuentran los circuitos previamente colocados y probados, por lo que debe situar esta caja dentro del tanquero y conectar el cable restante al sistema eléctrico del camión. Notará que en la parte superior de la caja (8) se encuentra la pantalla, la misma que se encuentra ya conectada y lista para su utilización una vez que el camión encienda el motor.

El módulo NFC (7) está colocado a un costado de la pistola automática, mediante un cable debe conectar éste a la salida de la protección, se recomienda que éste siga la dirección de la manguera retráctil.

Para una mejor representación, refierase al anexo E de la documentación de este proyecto, o a la figura a continuación:



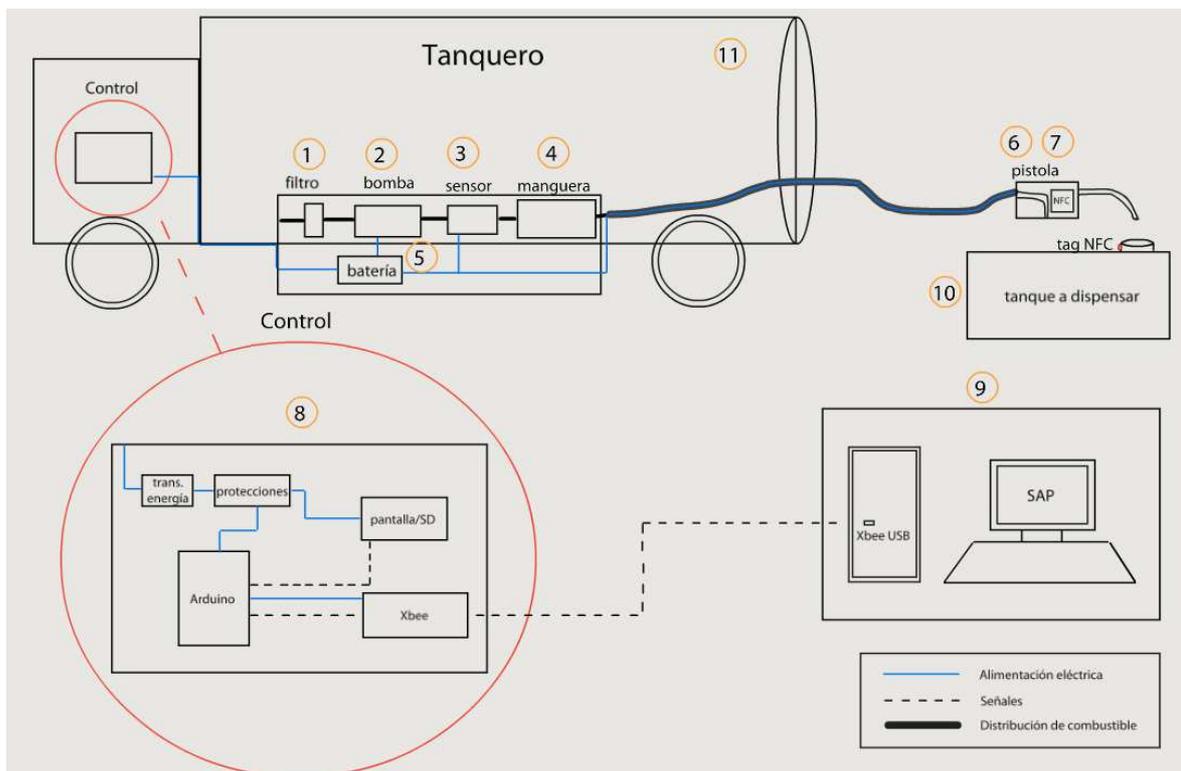
En bodega (9), debe insertar el USB XBEE en el puerto de la computadora y mantenerla encendida para que reciba la información de manera automática.



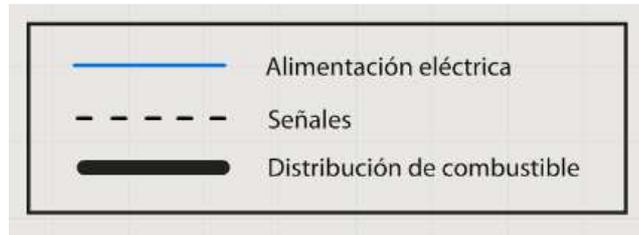
En la maquinaria que desee controlar el despacho de combustible, debe ubicar un tag NFC junto al tanque (10), de tal manera que al acercarse la pistola, el lector de tags pueda leerlo. Los tags tienen identificación independiente para cada uno de ellos.



El sistema implementado debe verse más o menos así:



No olvide tomar en cuenta lo siguiente:



VERIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS

Para la aplicación de este manual, se considera que los dispositivos electrónicos han sido previamente conectados y que cuentan con su programación respectiva, y que están colocados en una caja de protección, además se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento. Para esto, se debe verificar cada uno de los componentes como se describe a continuación:

- Compruebe que los elementos electrónicos como el transformador de energía, la protección de corriente, el lector NFC, las etiquetas NFC, la pantalla táctil, el módulo Arduino, los módulos XBEE y la tarjeta SD no presenten rastros de haber sido averiados o golpeados.
- En el caso del cableado, constate que se encuentren en buenas condiciones y que tengan el aislamiento adecuado.

Con respecto a la parte mecánica del sistema, se debe realizar lo siguiente:

- El filtro debe ser retirado de su empaque de fábrica y de las protecciones de plástico que puedan existir. Constate que el recipiente se encuentre en buen estado y que no presente algún tipo de golpe y avería.
- Asimismo, la bomba para combustible debe ser retirada de su caja y colocarla sobre una superficie plana para verificar que se encuentran todos sus componentes y que no presenten golpes.
- Constate que el sensor de flujo conste de dos dispositivos independientes (el medidor de flujo y el generador de pulsos), y que se encuentren en buen estado. Manipule este objeto con precaución.

- Verifique que la manguera retráctil regrese a su posición inicial correctamente y que la pistola automática no presente ningún tipo de desperfecto.

Una vez verificados físicamente cada uno de los elementos, el sistema se encuentra listo para utilizar. Para esto se considera que el tanquero se encuentra en óptimas condiciones, el contenido del mismo ha sido vaciado, se ha realizado un mantenimiento preventivo al tanque y cuenta con la estructura adecuada para la implementación.

PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA

Para la puesta en marcha del sistema se debe seguir el siguiente protocolo:

- Verifique que todos los cables estén conectados correctamente y que exista paso de corriente a través de ellos, para lo cual se recomienda utilizar un multímetro y medir el paso de voltaje, corriente y la continuidad del cableado.
- Encienda el tanquero y constate que todos los elementos electrónicos se encuentren energizados con el voltaje necesario para cada uno. El sensor y la bomba de combustible requieren 24V, mientras que todos los demás dispositivos requieren 5V.

El sistema está listo para su primera carga.

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

ERROR EN LA COMUNICACIÓN

- **El tanquero está apagado**

Asegúrese de que el tanquero se encuentre siempre encendido para empezar a realizar el abastecimiento.

- **Las conexiones no fueron realizadas correctamente**

Cerciórese de realizar las conexiones eléctricas correctamente y que no existan cables sueltos.

- **Existen cables sueltos**

Asegúrese que todos los cables se encuentren conectados en su respectivo lugar. Si observa un cable suelto, reconéctelo.

- **La batería no proporciona el voltaje necesario**

Se recomienda estrictamente que el tanquero se encuentre en óptimas condiciones para su funcionamiento, esto incluye la batería. En caso de que la batería ya no se encuentre en buen estado, se recomienda recargarla o en su defecto, reemplazarla.

ERROR EN LA IMPLEMENTACIÓN

- **No se destinó espacio suficiente para algún dispositivo**

Previo a la implementación, y una vez que se cuente con los dispositivos, se recomienda que se realice un diagrama para la ubicación de los mismos, de tal manera que se prevea su espacio en el tanquero antes de instalarlos.

- **El equipo adquirido no corresponde con los dispositivos necesarios**

No es indispensable que la empresa adquiera exactamente los mismos equipos aquí sugeridos, sin embargo, es importante que posean las mismas

características y realicen las mismas funciones para que su puesta en marcha no se vea alterada.

- **El cableado no está realizado correctamente**

Asegúrese que los cables de alimentación estén conectados correctamente, que no existan cables sueltos, que los cables se encuentren en buen estado y que exista continuidad.

- **Los equipos no están ubicados como se recomienda**

No resulta indispensable que los equipos se ubiquen como aquí se muestra, sin embargo se recomienda que así sea, debido a que genera funcionalidad.

- **El tanquero no se encuentra en buenas condiciones**

Es imprescindible que el tanquero se encuentre operativo, no esté averiado y que se encuentre en óptimas condiciones para su funcionamiento.

FAQ's

Esta sección brinda una serie de respuestas a las preguntas más frecuentes realizadas por los usuarios, previo a la implementación del sistema.

Resulta imprescindible que toda anomalía sea documentada e informada a la persona que esté a cargo del proyecto, para dar seguimiento al problema y dotar de suministros a la brevedad posible.

¿Qué se debe hacer si el sistema no funciona correctamente?

En el caso de que el sistema no funcione correctamente, ya sea que no reciba todos los datos, que los componentes no se enciendan, etc., personal capacitado deberá inspeccionar con el fin de encontrar posibles averías o fallos. Es por eso que se recomienda programar y ejecutar mantenimientos preventivos, para alargar los correctivos.

¿Qué hacer si el sensor no se prende o no funciona?

Después de constatar que el tanquero se encuentra encendido y que la batería suministra el voltaje requerido por el sensor (24V), se debe proceder a evaluar que el dispositivo no haya sido alterado con fines negativos, y de ser necesario, debe ser reemplazado a la brevedad posible.

¿Qué hacer si la pantalla no se prende o no funciona?

Después de constatar que el tanquero se encuentra encendido y que la batería suministra el voltaje requerido por los equipos electrónicos (5V), se debe proceder a evaluar que el dispositivo no haya sido alterado con fines negativos, y de ser necesario, debe ser reemplazado a la brevedad posible.

¿Qué hacer si el tanquero se queda sin batería?

Se debe procurar que la batería, así como el tanquero se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento, para lo cual se deberán ejecutar mantenimientos preventivos. Si aun así, el tanquero se queda sin batería, se deberá reemplazar la batería o si es aplicable, recargarla.

¿Qué hacer si el dispositivo adquirido no era que se necesitaba?

Se puede usar cualquier equipo, de cualquier marca, siempre y cuando cumpla con las características necesarias expuestas en la selección de dispositivos (subcapítulo 3.2 del documento del proyecto). Si dicho dispositivo no cumple, se recomienda adquirir uno similar.

¿Qué hacer si las conexiones no están realizadas correctamente?

Con la ayuda de un multímetro y una inspección visual debe constatar que los cables estén en su lugar y circule corriente a través de ellos.

¿Qué hacer si se observa que los dispositivos presentan golpes o averías?

Se recomienda no usar esos dispositivos y adquirir nuevos, debido a que podrían afectar la integridad del sistema.

¿Qué hacer si la caja ha sido manipulada negativamente?

Con la ayuda de personal capacitado, se recomienda verificar minuciosamente los dispositivos que dentro de ésta existen. En el caso de existir averías en los equipos, se recomienda repararlos, o en su defecto, sustituirlos.

¿Qué sucede si una persona no capacitada realiza la implementación?

Podría generar problemas en la conexión o en la integridad física del equipo, por lo que estrictamente se recomienda que este proceso esté en manos de personal capacitado y con conocimientos sobre los posibles riesgos eléctricos, derrames de combustible y posibles explosiones. Además, esté preparado con conocimientos de primeros auxilios, seguridad industrial y aplicación de normas y estándares.

Recomendación final:

Si el inconveniente detectado aún persiste o si tiene dudas adicionales, comuníquese con el Departamento de Tecnologías de la Comunicación de Consermin S.A., o con Gisell Albán a los teléfonos: 2438609, 2450613 o 0995586368, o envíe un correo electrónico a giss_e@hotmail.com.

Elaborado por: Gisell Albán

ANEXO I
FLUJO DE FONDOS

Signo	Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+	Ingresos de operación	0,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
-	Costos de operación	3600,00	9254,22	9254,22	9254,22	9254,22	9254,22
-	Depreciación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-	Amortización de activos diferidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-	Pago de interés por los créditos recibidos		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	Utilidad antes de participación e impuestos	-3600,00	40745,78	40745,78	40745,78	40745,78	40745,78
-	Participación a trabajadores (15% de la utilidad)	0	6111,867	6111,867	6111,867	6111,867	6111,867
	Utilidad antes de impuestos	-3600,00	34633,91	34633,91	34633,91	34633,91	34633,91
-	Impuesto a la circulación de capitales (% de los ingresos totales)	0	0	0	0	0	0
	Utilidad antes de impuesto a la renta	-3600,00	34633,91	34633,91	34633,91	34633,91	34633,91
-	Impuesto a la renta (25%)	0	8658,47825	8658,47825	8658,47825	8658,47825	8658,47825
	Utilidad neta	-3600,00	25975,43	25975,43	25975,43	25975,43	25975,43
+	Utilidad en venta de activos (Valor de venta – valor en libros)						
-	Impuesto a la utilidad en venta de libros				0		
+	Ingresos no gravables						
-	Costo de operación no deducibles						
+	Valor en libros de los activos vendidos						0
+	Depreciación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
+	Amortización de activos diferidos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-	Costo de inversión	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-	Capital de trabajo	6000,00					
+	Recuperación de capital de trabajo						
+	Crédito recibido	0					
-	Pago de capital (amortización del principal)		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
	FLUJO DE FONDOS PARA EL INVERSIONISTA O CON FINANCIAMIENTO	-9600,00	25975,43	25975,43	25975,43	25975,43	25975,43

TASA DE OPORTUNIDAD FINANCIERA 16%
TASA INTERNA DE RETORNO 270%
VALOR ACTUAL NETO \$ 75.451,20
TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE CAPITAL 1 año
COSTO BENEFICIO 1,51