



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

**“MONITOREO DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE EN LA GASOLINERA  
MILAGRO, UTILIZANDO TRATAMIENTO DIGITAL DE IMAGENES Y  
GENERACIÓN DE ALARMAS.”**

---

Trabajo de graduación modalidad Proyecto de Investigación presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**Línea de Investigación:** Sistemas Electrónicos

**Autor:** Juan Javier Núñez Espinoza

**Tutor:** Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, Mg.

Ambato - Ecuador

Enero - 2016

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “MONITOREO DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE EN LA GASOLINERA MILAGRO, UTILIZANDO TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y GENERACIÓN DE ALARMAS”, del señor Juan Javier Núñez Espinoza, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2016

---

Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo, Mg.

TUTOR

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación titulado: “Monitoreo del nivel de combustible en la gasolinera Milagro, utilizando tratamiento digital de imágenes y generación de alarmas”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Enero de 2016

---

Juan Javier Núñez Espinoza

C.C.: 180297028-3

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. NN, NN, NN, revisó y aprobó el informe final del trabajo de graduación titulado “MONITOREO DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE EN LA GASOLINERA MILAGRO, UTILIZANDO TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y GENERACIÓN DE ALARMAS”, presentado por el señor Juan Javier Núñez Espinoza de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

---

ING. VICENTE MORALES  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

ING. MARIO GARCÍA  
DOCENTE CALIFICADOR

---

ING. MARCO JURADO  
DOCENTE CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*A mi madre por brindarme siempre su apoyo incondicional y por ofrecermme la posibilidad de estudiar y mediante ello cumplir con mis metas trazadas, la que constantemente ha realizado una labor silenciosa y desinteresada, la que siempre me ha dado palabras de aliento, con su ejemplo de lucha superación y ayuda a los demás ha sabido ser indiscutiblemente un ejemplo de formación y admiración, también a todas aquellas personas que siempre fueron un apoyo para lograr culminar la meta deseada.*

Juan Núñez

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por haberme dado la vida y a mi familia quienes son un pilar fundamental en mi vida.*

*Al Ing. Geovanni Brito que en calidad de tutor guio este proyecto, además de haber impartido sus invaluables conocimientos y experiencias a lo largo de mi etapa en la FJSEI.*

*A la empresa Gasolinera Milagro por su colaboración y apoyo brindado para la implementación de este proyecto.*

*Finalmente a mi madre y a todas las personas que me brindaron su apoyo, resulta difícil mencionarlas a cada una de ellas, sin embargo quiero expresarles un infinito agradecimiento y recordarles que ocupan un lugar especial en mi corazón.*

Juan Núñez

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORÍA .....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ABSTRACT.....	xii
Glosario de Términos.....	xiii
CAPÍTULO I .....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3. Delimitación.....	2
1.4 Justificación.....	2
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivo Específico.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Antecedentes Investigativos .....	5
2.2.1.1 Medición Directa.....	7
2.2.1.2 Medición por conductividad.....	8
2.2.1.3 Medición por Capacitancia.....	8
2.2.1.4 Medición por Ultrasonido.....	9
2.2.1.4 Medición por Radar.....	9
2.2.2 Sistemas electrónicos de transmisión de datos.....	10
2.2.3 Técnicas de transmisión de datos.....	11
2.2.4 Medios de transmisión industrial.....	12
2.2.5 Comunicación RS485.....	13
2.2.6 Comunicación Serial.....	13
2.2.7 Los Microcontroladores PIC.....	16

2.2.8 Visual Studio.....	19
2.2.9. Base de datos MySql.....	20
2.2.10 Programación en C.....	23
2.2.11 Formato de Imágenes JPEG.....	23
2.2.11 Transformada Discreta del Coseno.....	27
2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	30
METODOLOGÍA .....	31
3.1. Modalidad de la investigación .....	31
3.2 Plan de Recolección de la Información .....	32
3.3 Procesamiento y Análisis de la Información .....	32
3.4 Desarrollo del Proyecto. ....	32
CAPÍTULO IV .....	34
DESARROLLO DE PROPUESTA.....	34
4.1 Antecedentes.....	34
4.2. Análisis De Factibilidad.....	36
4.2.1. Factibilidad Operativa.....	36
4.2.2 Factibilidad Técnica.....	36
4.2.3 Factibilidad Económica .....	37
4.2.4. Factibilidad Institucional .....	37
4.3. Etapas para el desarrollo de la propuesta.....	37
4.4. Análisis de los Requerimientos y Seguridad en los tanques de combustible... 38	
4.4.1. Verificar los Posibles Problemas que Genera una Medición Manual. ....	38
4.4.2. Identificar la Forma de Medición de los Tanques en la Actualidad. ....	39
4.5 Diagrama del Circuito de Control.....	40
4.6. Selección de Elementos Electrónicos. ....	41
4.6.1. Selección de Elementos Electrónicos para el Diseño y Construcción del Sistema de Medición.....	41
4.6.2. Características de los Elementos Seleccionados.....	46
4.6.3. Elección y análisis de Programas requeridos.....	50
4.7. Diseño y Construcción del Circuito de Medición.....	54
4.7.1. Diseño del Sistema de Medición. ....	54
4.7.2. Diseño y Construcción del Circuito.....	58
4.7.3. Diseño del Software de Control y Adquisición de Datos. ....	66
4.8. Ajustes del Sistema y Pruebas de Funcionamiento. ....	73
4.8.1. Calibración y Ajustes del Sistema de Medición. ....	74
4.8.2. Análisis y Pruebas de Funcionamiento.....	75

4.9. Análisis Final de Costos. ....	76
CAPITULO V.....	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones .....	79
BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS .....	80
ANEXOS .....	85
ANEXO A.....	86
Manual de Instalación.....	86
ANEXO B.....	93
Manual de Funcionamiento del Software.....	93
ANEXO C.....	96
Códigos de Programación.....	96
ANEXO D.....	114
Especificaciones Técnicas de los Componentes.....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Transmisión de datos paralela y serial .....	12
Figura 2.2: Diagrama de Bloques con Bucle de Tensión.....	15
Figura 2.3: Interfaz RS232 de 8 Puertos de Alto Rendimiento .....	16
Figura 2.4: Unidad Aritmética Lógica y su relación con el registro de trabajo y la memoria de datos. ....	17
Figura. 4.1: Etapas de construcción del sistema de medición de tanques de combustible. ....	37
Figura 4.2: Esquema del circuito Electrónico.....	40
Figura 4.3:Cámara serial OV528 .....	47
Figura 4.4:PIC16F628A.....	48
Figura 4.5:Transceiver MAX485 .....	49
Figura 4.6:Software CCS .....	51
Figura 4.7: Software Visual Studio 2012.....	52
Figura 4.8: Software Ares .....	53
Figura 4.9: Diseño del Sistema de Medición de Nivel de Combustible .....	55
Figura 4.10: Geometría de Medición .....	56
Figura 4.11: Diseño esquemático del sistema.....	58
Figura 4.12: Trama de Recepción desde la computadora.....	59
Figura 4.13: Trama de Recepción desde la computadora.....	60
Figura 4.14: Diagrama de Flujo del Microcontrolador.....	62
Figura 4.15: Esquema del Circuito .....	63
Figura 4.16: Etapas de fabricación del circuito .....	65
Figura 4.17: Diagrama de bloques del Software.....	67
Figura 4.18: Pantalla Principal del Software .....	67
Figura 4.19: Pantalla de configuración de Eventos .....	68
Figura 4.20: Diagrama de flujo coordenadas X, Y .....	70
Figura 4.21: Pantalla tomando una medición de altura.....	72
Figura 4.22: Base de datos MySql .....	73
Figura 4.23: Mediciones tomadas por la cámara .....	75
Figura 4.24: Medición corregida tomadas por la cámara .....	76

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Tabla de los medidores de combustible existentes en el mercado.....	35
Tabla 4.2: Selección de Cámaras .....	42
Tabla 4.3: Selección de Cámara USART RS232.....	42
Tabla 4.4: Empresas de microcontroladores .....	44
Tabla 4.5: Modelos de los microcontroladores Microchip .....	44
Tabla 4.6: Comparación de tecnologías de Comunicación.....	45
Tabla 4.7: Integrados de Comunicación RS485 .....	45
Tabla 4.8: Comandos Cámara Serial. ....	63
Tabla 4.9: Comparación de datos medidos. ....	74
Tabla 4.10: Costos de materiales electrónicos.....	77
Tabla 4.11: Costo comercial del Software y Servicios Profesionales. ....	77

## RESUMEN

En la presente investigación se indica el desarrollo de un sistema encaminado a mejorar el monitoreo del nivel de combustible en la Gasolinera de Milagro. El diseño y funcionamiento del sistema de Monitoreo del nivel de combustible ofrece una medida en tiempo real de una manera más exacta, disminuyendo así posibles accidentes y llevando un control más efectivo al utilizar alarmas preventivas, además de la posibilidad de conectar actuadores con el fin de utilizarlos en tareas específicas ya sea apagando bombas de sección o cortando el suministro de combustible.

La metodología del diseño está centrada en la de una gasolinera con monitoreo manual que desee la implementación de un sistema automático de medición, presentando un sistema con características fáciles de utilizar y amigables para la persona encargada de monitorear el nivel de combustible, cabe destacar que es una tecnología no invasiva, es decir no tenemos contacto con el combustible como lo hacen otras tecnologías de medición al utilizar ya sea sondas capacitivas o detectores ultrasónicos.

Una vez obtenido los datos por el programa se lo almacena en una base de datos MySQL para consultas posteriores así como para poder interactuar con otros programas que necesiten la información almacenada.

Palabras clave: Sistema electrónicos de medición, Monitoreo del nivel, Transmisión de datos.

## **ABSTRACT**

*In this research the development of a system to improve monitoring of the fuel level in the gas station Milagro indicated. The design and operation of fuel level monitoring provides real-time measurement more accurately, thus reducing possible accidents and taking more effective to use preventive alarms control, plus the ability to connect actuators to tary specific use in either turning off pump section or cutting the fuel supply.*

*The design methodology is centered on a gas station with manual monitoring that want to implement an automatic measuring system, introducing a system features easy to use and friendly to the person responsible for monitoring the fuel level, it notes that is a non-invasive technology, ie have no contact with fuel like other measurement technologies using either capacitive probes or ultrasonic detectors.*

*Once the data obtained by the program it is stored in a MySQL database for later and to interact with other programs that need the information stored queries.*

*Keywords: Electronic measurement system, Level Monitoring, Data Transmission*

## Glosario de Términos

**RAE:** Real Academia Española.

**FMCW:** Frequency Modulated Continuous Wave.

**mA:** Mili amperios

**ASP.NET:** Es un framework para aplicaciones web desarrollado y comercializado por Microsoft.

**HTML:** HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcas de Hipertexto).

**HMI:** Interfaz hombre – máquina.

**EIA:** Electronic Industries Association.

**CCITT:** Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico.

**Kbps:** Kilobites por segundo (en inglés Kilobits per second).

**GND:** Ground (Tierra).

**TxD:** Transmisión de datos.

**RxD:** Recepción de datos.

**USB:** Universal Serial Bus.

**PCI:** Peripheral Component Interconnect.

**PIC:** Peripheral Interface Controller.

**SFR:** Special Function Registers.

**EEPROM:** Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory.

**PWM:** Pulse Width Modulation.

**A/ D:** Análogo Digital.

**ICSP:** In-Circuit Serial Programming.

**CPU:** Central processing unit.

**ALU:** Arithmetic and Logic Unit.

**ACC:** Accumulator.

**SGBD:** Sistema gestor de bases de datos.

**GPL:** General Public License.

**API:** Application programming interface.

**TCP/IP:** Transmission Control Protocol/Internet Protocol.

**ODBC:** Open DataBase Connectivity.

**BCPL:** Lenguaje de Programación Básico Combinado.

**JPEG:** Joint Photographic Experts Group.

**MPEG:** Moving Pictures Experts Group.

**DCT:** Transformada discreta del coseno.

**ISO:** International Standards Organization.

**MP:** Mega pixels.

**CCTV:** Circuito cerrado de televisión.

**VGA:** Video Graphics Array.

**CMOS:** Complementary metal-oxide-semiconductor.

**SDK:** Software development kit.

**LAN:** Local Area Network.

**Baudio:** Representa el número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital.

**NTSC:** National Television System Committee.

**PAL:** Phase Alternating Line.

**QVGA:** Quarter Video Graphics Array o Quarter VGA.

**V:** Voltaje o Tensión

## INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se implementa un sistema de **Monitoreo del nivel de combustible en la Gasolinera Milagro**, implementado a base de un microcontrolador un módulo electrónico que posee una cámara y un software. Este prototipo electrónico utiliza una cámara y un diodo infrarrojo que proporcionan información en tiempo real sobre el posicionamiento de un punto en el plano cartesiano por medio de un software el cual se desarrolla un cálculo matemático determinar el nivel del combustible a medir, mejorando el monitoreo del nivel del combustible mediante un sistema electrónico .A continuación se hace una breve descripción de los capítulos que componen esta investigación.

En el Primer capítulo se presenta información sobre las características, problemas y la forma actual en que se realiza el monitoreo del nivel de combustible en las gasolineras, para así conocer sus principales necesidades.

El Segundo capítulo presenta antecedentes sobre investigaciones de sistemas electrónicos realizadas al monitoreo del nivel de combustibles en las gasolineras, además muestra el desarrollo de la teoría que fundamenta esta investigación, revisando conceptos como Sistemas electrónicos y mecánicos de medición y sistemas electrónicos de transmisión de datos enfocados al monitoreo del nivel de combustible.

El Tercer capítulo muestra las diferentes técnicas de investigación utilizadas, la forma de obtención y análisis de la información, además de los mecanismos que llevaron a la implementación del sistema electrónico.

En el Cuarto capítulo se tiene la elaboración propia del proyecto basada en una fundamentación científica, por lo que dentro de este capítulo tenemos una estructura bien detallada para el diseño del sistema de monitoreo del nivel de combustible de la gasolinera Milagro, permitiendo de esta manera seleccionar los componentes

electrónicos necesarios para la implementación del prototipo y posteriormente se obtienen las pruebas necesarias que garantizan la factibilidad y fiabilidad del sistema.

En el Quinto capítulo se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el diseño y la implementación del sistema electrónico para monitorear el nivel de combustible en la gasolinera Milagro.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Tema de Investigación.**

Monitoreo del nivel de combustible en la Gasolinera Milagro, utilizando tratamiento digital de imágenes y generación de alarmas.

#### **1.2 Planteamiento del problema.**

En la actualidad con el avance tecnológico de la electrónica se ha desarrollado equipos de control de medición de niveles de combustible. En países industrializados hacen uso de sistemas inteligentes de abastecimiento de combustible, medidores de combustible que registran el consumo en los vehículos y sensores de nivel en los tanques de almacenamiento permitiendo una eficiente administración y control, evitando todo tipo de fraude y proporcionando importantes ahorros en el costo del mismo.

En los países de Sur América existen empresas que brindan el servicio de equipos para medir el nivel de combustible para el área petrolera, permitiendo de esta manera de dar a conocer los tipos de tecnologías que también se puede aplicar en las estaciones de combustible y así tener un mejor control y supervisión por parte del personal encargo y los réditos económicos para el propietario.

En nuestro país los métodos para la medición del nivel de combustible la mayoría de estaciones de gasolina lo realizan de forma tradicional por los altos costos que puede tener un sistema de equipo de medición tecnológico o porque desconocen que existen materiales y herramientas necesarias para poder realizar un sistema de medición de nivel de combustible de una manera ágil, de bajo coste y muy eficiente.

En las estaciones de combustible ubicados en la zona centro del Cantón Milagro presentan inconvenientes al no tener sistemas de tecnología para medir la cantidad del nivel de combustible que existe dentro de los tanque de almacenamiento la medición se realiza de forma manual, y los riesgos que implica la medición manual, tales como posibles accidentes por causa de la electrostática generadas, también que puede producir daños en la salud de las personas por la inhalación de los gases al momento de destapar los tanques, es por ello que se pretende facilitar y se pueda medir con precisión y en el tiempo oportuno la cantidad de combustible que hay en existencia.

### **1.3. Delimitación.**

#### **Delimitación de Contenidos.**

**Área Académica:** Electrónica y Programación.

**Línea de Investigación:** Tecnologías de Comunicación.

**Sub líneas de Investigación:** Adquisición de datos y tratamiento digital de imágenes.

#### **Delimitación Espacial.**

El presente proyecto se realizó en la Gasolinera Milagro, ciudad de Milagro de la Provincia del Guayas.

#### **Delimitación Temporal.**

El presente trabajo de investigación se realizó en el período comprendido entre los meses de Agosto y Octubre del 2015, a partir de su aprobación por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

### **1.4 Justificación.**

En el Ecuador existen 1023 estaciones de combustibles que brindan servicios de calidad y cantidad al consumidor final, estos datos han sido obtenidos de la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero (ARCH), pero la misma se desconoce de qué cantidad de combustible existen en las gasolineras, ya que la medición del nivel de los

combustibles lo realizan de una forma manual y en cierto tiempo del día. Es por ello que el presente trabajo de investigación permitirá un mejor control del nivel de combustible en los tanques de las estaciones de combustible, y así tener una manera más eficiente de visualizar en tiempo real la medida de los tanques de combustible.

El presente proyecto ha sido diseñado para facilitar la medición del nivel del combustible en las gasolineras, brindando seguridad y evitar posibles accidentes a las personas que están a cargo de realizar esta labor en cualquier instante del día.

Por otra parte el proyecto de investigación ayudará a profundizar en el campo de la investigación orientada al tratamiento digital de imágenes, ya que en la actualidad esta se utiliza en el campo industrial, comercial, medicinal entre otros.

Otro de los motivos de esta investigación es proporcionar una manera diferente de medir los tanques de combustible a los ya existentes, tratando de mejorar la resolución en la medida, para evitar en lo posible los errores que suelen darse, como por ejemplo la generación de espuma en el combustible o la generación de olas causadas por la bombas de succión del combustible, siendo beneficiaria la gasolinera al evitar daños causados en su maquinaria por la falta de supervisión constante del nivel de combustible.

Por otra parte el proyecto de investigación aparte de ser seguro, resulta mucho más económico que cualquiera de los otros sistemas como son los ultrasónicos o medidores de nivel electromecánicos que al utilizar partes mecánicas tienden a producir un desgaste en sus piezas al contrario de utilizar elementos electrónicos que no necesitan de un mantenimiento, ni sus partes presentan desgastes.

## **1.5 Objetivos.**

### **1.5.1 Objetivo General**

- ✓ Implementar un sistema de monitoreo del nivel de combustible en la Gasolinera Milagro, utilizando tratamiento digital de imágenes y generación de alarmas.

### **1.5.2 Objetivo Específico**

- ✓ Analizar el proceso de monitoreo actual en la Gasolinera Milagro.
- ✓ Seleccionar la tecnología a utilizarse que se aplican en la medición de combustibles inflamables.
- ✓ Diseñar el sistema de monitoreo de nivel de tanques mediante imágenes para la medición de combustible.
- ✓ Construir el sistema de monitoreo en la gasolinera.
- ✓ Realizar pruebas de control y funcionamiento.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

Para la realización del proyecto se investigó algunos trabajos similares tanto en la universidad local como en otras universidades del país con lo cual se pudo constatar que existen algunos proyectos relacionados al tema tanto en la forma de medir los tanques de combustible así como el tratamiento digital de imágenes.

A continuación se describe algunos de los proyectos, “Diseño de un sistema de adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la empresa Petrocomercial Terminal Ambato” cuyo autor es Jeanette Ureña A. de la “Universidad Técnica de Ambato”, el proyecto describe un sistema de medición automático del nivel de tanques por medio de radares de dos tipos por techo fijo y flotante y su adquisición de datos en un software. [1]

También se ha registrado el proyecto “Sistema de monitoreo remoto utilizando la herramienta gráfica Laview para tanques de almacenamiento de combustible” estudio realizado por Edison Cuzme Criollo de la “Universidad Técnica de Ambato”, el trabajo trata sobre la medición de los tanques de combustible en tiempo real para evitar de esta forma robos del combustible, así como seguridad al evitar accidentes. [2]

Se ubicó el trabajo “Reconocimiento de placas vehiculares mediante procesamiento de imágenes para optimizar el acceso a los parqueaderos de la UTA, Campus Huachi” realizado por Pérez Villalba Javier de la “Universidad Técnica de Ambato” el mismo

que consiste en desarrollar un Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares mediante procesamiento de imágenes, lo que podría disminuir el tiempo individual de entrada o salida de un vehículo a los parqueaderos y por lo tanto mejorar el nivel de automatización del Sistema de control vehicular de acceso actual. [3]

También se ha registrado el proyecto “Sistema de supervisión para los tanques de almacenamiento del terminal el beaterio de Petrocomercial” realizado por María Pamela Gómez Roca de la “Escuela Politécnica del Ejército” el trabajo tiene como objetivo diseñar el sistema de supervisión para los tanques de almacenamiento de combustibles del Terminal, siguiendo las normas y requerimientos acordes a estándares internacionales, realizando la simulación con sus respectivas interfaces HMI asociadas al sistema.[4]

También se ha registrado el proyecto “Estudio e implementación de un sistema HMI/SCADA para el prototipo de un control de nivel de una Estación Surtidora de gasolina” realizado por Silvia Marcela Tapia Panchi y Magdalena Jacqueline Zapata Villamarin de la “Escuela Politécnica del Ejercito sede Latacunga” que se trata de la comunicación entre ordenadores a través del TCP/IP para la conexión en internet, el software Labview para el control, monitoreo del nivel de combustible y envío de información a través de la red; de Visual Basic los controles Winsock para la recepción de la información.[5]

## **2.2 Fundamentación Teórica**

Monitoreo es un término no incluido en el diccionario de la Real Academia Española (RAE). Su origen se encuentra en monitor, un aparato que toma imágenes de instalaciones filmadoras o sensores y que permite visualizar algo en una pantalla. El monitor, por lo tanto, ayuda a controlar o supervisar una situación.

Es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión.

## **2.2.1 Sistemas electrónicos y mecánicos de medición de combustible.**

Con el paso de los años se ha venido dando grandes cambios en las formas y métodos que se utilizan para la medición de combustibles, tratando de encontrar precisión y facilidad en las medidas, lo cual ha llevado a que se construyan diferentes tipos de sistemas de medición de nivel ya sean estos electrónicos, mecánicos o electromecánicos, también el más común y más antiguo que es la medición manual utilizando una regla que se introduce en el tanque de combustible.

A continuación se citan algunos de los métodos más utilizados para la medición de los tanques de combustible.

### **2.2.1.1 Medición Directa.**

Entre los métodos de medición directa se tienen los Indicadores visuales, los indicadores de cristal y los instrumentos de flotador.

**Indicadores Visuales.-** Los indicadores visuales, llamados también medidores de sonda permiten la observación directa de la altura de la superficie libre del líquido sobre una escala graduada apropiadamente.

**Medidor de sonda.-** Los medidores de sonda se refiere a la utilización de aparatos mecánicos, generalmente operados de forma manual, más utilizados son: Regla graduada, Varilla con gancho y cinta métrica metálica graduada con plomada.

La regla graduada se inserta verticalmente hacia el fondo del tanque. El nivel se determina leyendo directamente la longitud de la regla mojada por el líquido. En el momento de realizar la medición, el tanque debe estar a presión atmosférica.

La varilla con gancho se sumerge en el seno del líquido y se levanta después, hasta que el gancho rompe la superficie del líquido. La distancia desde esta superficie hasta la parte superior del tanque representa indirectamente el nivel.

La cinta métrica metálica graduada con plomada se emplea cuando la regla graduada no tiene acceso al fondo del tanque. El instrumento está compuesto por tres partes

principales: el carrete, la cinta graduada y un peso o plomada. La plomada sirve para que se mantenga la cinta tensa al penetrar en el líquido.

Para medir el nivel, se deja que la cinta baje lentamente hasta que la plomada toque el fondo del recipiente. Una vez que la plomada toca el fondo se empieza a recoger la cinta con el carrete, hasta que aparezca la parte donde el líquido ha dejado la marca que indica su nivel. Se usan cuando la regla graduada no tenga acceso al fondo del tanque.  
[6]

#### **2.2.1.2 Medición por conductividad.**

La medición por conductividad se basa en el principio de la presencia de un producto que cause un cambio en la resistencia entre dos conductores. Se puede obtener fácilmente una indicación de nivel de productos conductores de electricidad en un tanque metálico o en otro contenedor mediante una sonda aislada del recipiente y un amplificador conductivo. Si el producto no está en contacto con la sonda, la resistencia eléctrica entre la sonda y la pared del tanque es muy elevada e incluso infinita. Cuando el nivel del producto se eleva y alcanza la sonda, cierra el circuito entre la sonda y la pared del estanque, y la resistencia disminuye a valores relativamente bajos.

Generalmente la pared metálica del tanque se puede emplear como el segundo electrodo, pero si esto no resulta, se debe introducir otro electrodo en el tanque. Es preferible que la sonda esté conectada a corriente alterna que a corriente continua puesto que, de este modo, se evita el fenómeno de electrólisis, que oxida y causa sulfatación en los electrodos de la sonda.[7]

#### **2.2.1.3 Medición por Capacitancia.**

La medición por capacitancia se refiere a la utilización de dos placas que actúan como un capacitor variable en función del nivel de líquido presente entre las placas. Por lo general esta medición del capacitor es lineal en función del nivel.

Para determinar la cantidad del combustible controlada, debe llevarse a cabo el procedimiento de calibración del tanque de combustible, en el que se establece la relación entre la cantidad de combustible y el nivel, del sensor medido. Se puede utilizar

este capacitor con un circuito integrado LM555, con la finalidad de generar una onda con un ancho de pulso diferente de este modo se puede conocer el valor de él capacitor con una mejor precisión. [8]

#### **2.2.1.4 Medición por Ultrasonido.**

La medición por ultrasonido se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del tanque. La medición se hace desde el exterior del tanque. Los sensores trabajan a frecuencias cercanas a 20 KHz. Estas ondas atraviesan el medio ambiente de gases o vapores con cierto amortiguamiento y se reflejan en la superficie del sólido o del líquido.

Son usados para todo tipo de tanques ya sean de líquidos o lodo. Pueden usarse en áreas clasificadas. Son sensibles a la densidad de los fluidos y dan señales erróneas cuando la superficie del nivel del líquido no es nítida (por ej.: líquido que forme espuma), ya que se crean falsos ecos de los ultrasonidos. [9]

#### **2.2.1.4 Medición por Radar.**

La medición por radar se refiere a la utilización de una onda electromagnética que es emitida por medio de una antena parabólica generalmente, esta señal electromagnética rebota en el medio que se desea medir, de esta forma se puede obtener la variación de tiempo del rebote de la señal, determinando de esta manera el nivel.

Con el aumento del valor de los combustibles, en el último tiempo ha tomado especial importancia la medición con alta precisión del stock de estos productos. En general el volumen almacenado en estanques de combustible es obtenido indirectamente por medio de la medición de nivel. Por lo tanto, debido al gran diámetro de estos estanques (usualmente son de alrededor de 30 m) un error de algunos milímetros implica errores del orden de los miles de litros.

Para medir estos niveles se utiliza hace años radares de alta precisión con tecnología de modulación de frecuencia continua. Por otra parte, la tecnología de radar de pulsos se utiliza hace años en la industria de procesos obteniendo precisiones del orden de 3mm.

Esto es insuficiente para los requerimientos de medición de combustible. Esta limitación impulsó la necesidad de invertir en mejorar esta tecnología de modo de obtener mejores precisiones y con esto poder competir con radares del tipo FCMW.

Como resultado de este mejoramiento se logró igualar los niveles de precisión logrados utilizando FCMW y además una serie de ventajas adicionales. Una de las principales características del radar de pulso es, como su nombre lo indica, transmitir pulsos. Esto es una importante ventaja ya que el hecho de generar pulsos implica una reducción importante en el consumo de energía. Esta reducción es tan importante que se ha logrado acotar estos niveles de energía de modo que una alimentación del tipo intrínsecamente segura sea suficiente para energizar el radar. Este hecho se ha convertido en un factor decisivo al distinguir ambas tecnologías.

Ventajas:

- Se pueden utilizar gabinetes tradicionales para los equipos sin requerir de certificaciones a prueba de explosión.
- Los técnicos pueden abrir, reparar, configurar o comprobar el estado del instrumento sin desconectar la energía debido a que utiliza sólo 24V y además la corriente es limitada por una barrera intrínseca. Esto implica mayor seguridad al personal que opera sobre el estanque.
- No se requieren canalizaciones o sellos a prueba de explosión para los conductos.
- Todo el cableado desde la barrera intrínseca hasta el radar puede ser instalado en bandejas o escalerillas lo cual implica ahorros importantes.
- La barrera puede ser instalada fuera del área clasificada en un gabinete tradicional. [10]

### **2.2.2 Sistemas electrónicos de transmisión de datos.**

Un sistema electrónico de comunicaciones, comprende un transmisor, un medio de transmisión y un receptor. Un transmisor es un conjunto de uno o más dispositivos o circuitos electrónicos que convierte la información de la fuente original en una señal que se presta más a su transmisión a través de determinado medio de transmisión. El

medio de transmisión transporta las señales desde el transmisor hasta el receptor, y puede ser tan sencillo como un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información a ondas electromagnéticas luminosas, propagarlas a través de cables de fibra óptica hechas de vidrio o de plástico, o bien se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio, a grandes distancias o sobre terreno donde sea difícil o costoso instalar un cable físico. Un receptor es un conjunto de dispositivos y circuitos electrónicos que acepta del medio de transmisión las señales transmitidas y las reconvierte a su forma original. [11]

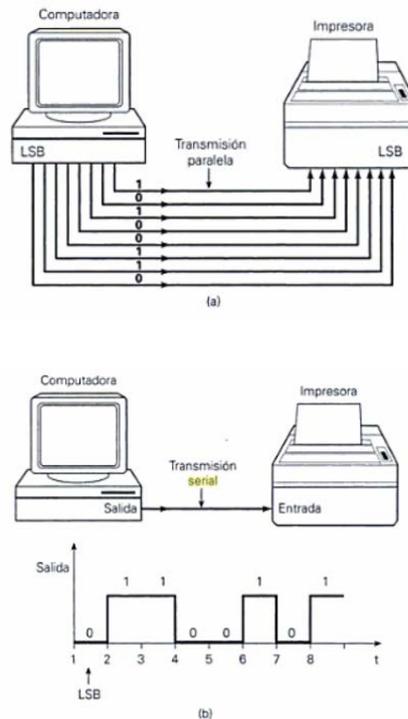
### **2.2.3 Técnicas de transmisión de datos.**

Una de las operaciones más comunes que se presentan en cualquier sistema digital es la transmisión de información de un lugar a otro. La información se puede transmitir a una distancia tan pequeña como una fracción de centímetro en la misma tarjeta de circuito, o a una distancia de muchos kilómetros, cuando un operador en una terminal de computadora se está comunicando con una computadora en otra ciudad. La información se transmite esta en forma binaria, y por lo general, se representa como voltajes en las salidas de un circuito de envío, conectadas a las entradas de un circuito de recepción. En la figura 2.1(a) se ilustran los dos métodos básicos que se emplean para transmitir información digital, el paralelo y el serial.

En la figura 2.1(b) se muestra que solo hay una conexión entre la computadora y la impresora cuando se emplea la transmisión serial. Aquí la salida de la computadora producirá una señal digital cuyo nivel de voltaje cambiará a intervalos regulares de acuerdo con el número binario que está siendo transmitido; es decir, se transmite un bit por intervalo de tiempo (en serie) a la entrada de la impresora. En el diagrama de sincronización de la misma figura se muestra cómo el nivel digital varía con el tiempo. Observe que el LSB se transmite primero; esto es típico de la transmisión serial.

El compromiso principal entre las representaciones paralela y serial es el de la velocidad versus simplicidad del circuito. La transmisión de datos binarios desde una parte de un sistema digital a otra se puede realizar más rápidamente usando la representación

paralela, porque todos los bits se transmiten simultáneamente, en tanto que la transmisión serial se transmite un solo bit a la vez. [12]



**Figura 2.1: Transmisión de datos paralela y serial**  
**Fuente:** Tocci, Widmer

#### 2.2.4 Medios de transmisión industrial.

Las comunicaciones industriales, entendidas como redes para transmitir datos en los ambientes industriales, suponen una revolución en la forma de gestionar los procesos, sin límites espaciales y con una enorme flexibilidad.

Aplicar estos conceptos en este proyecto precisa unos conocimientos teóricos mínimos sobre sus fundamentos, que permitan comprender las implicaciones en el ambiente industrial y su aplicación práctica. Este es el propósito de este tema introductorio.

Las comunicaciones de datos son algo cotidianas, prácticamente presentes en cualquier ámbito.

Inicialmente se desarrollaron en el ámbito de los computadores, siendo los principales objetivos:

- Compartir los recursos.
- Ahorrar dinero.
- Gran inmunidad al ruido electromagnético. [13]

### **2.2.5 Comunicación RS485.**

RS-485 (Estándar EIA-485) es una mejora sobre RS-422 ya que incrementa el número de dispositivos que se pueden conectar (de 10 a 32) y define las características necesarias para asegurar los valores adecuados de voltaje cuando se tiene la carga máxima. Gracias a esta capacidad, es posible crear redes de dispositivos conectados a un solo puerto RS-485. Esta capacidad, y la gran inmunidad al ruido, hacen que este tipo de transmisión serial sea la elección de muchas aplicaciones industriales que necesitan dispositivos distribuidos en red conectados a una PC u otro controlador para la colección de datos, HMI, u otras operaciones. RS-485 es un conjunto que cubre RS-422, por lo que todos los dispositivos que se comunican usando RS-422 pueden ser controlados por RS-485. El hardware de RS-485 se puede utilizar en comunicaciones seriales de distancias de hasta 4000 pies de cable. [14]

### **2.2.6 Comunicación Serial.**

La comunicación serial es medio de comunicación asíncrona, es decir que no depende una señal reloj para la interpretación de sus datos, los bytes que se transmiten están representados por -12V a -3V, significa 1 lógico, mientras que 12V a 3V, significa 0 lógico.

La comunicación serial es ampliamente utilizada en los actuales tiempos debido a su facilidad de manejo además de estar presente en la mayoría de los dispositivos electrónicos, a continuación se describe dos formas de transmitir los datos en forma serial.

## **Bucle de Tensión.**

El bucle de tensión se refiere a la utilización de una señal de voltaje variante en el tiempo para la transmisión de datos su rango de tensión se encuentra entre 2.5V y 0V, lo que permite una transmisión a mayores distancias, además su consumo de potencia es en mili vatios, debido a que su impedancia de entrada es infinita.

A diferencia de la conexión serie de corriente la conexión serie de tensión es muy utilizada en la actualidad debido a sus mejores prestaciones en alcance y velocidad. Las diferentes propuestas de normalización se clasifican en:

- 1.- Especificaciones mecánicas, funcionales y de procedimiento dadas por la EIA RS-232.
- 2.- Especificaciones eléctricas dadas por la EIA RS-232, EIA RS-423A (no equilibrada), EIA RS-422A (equilibrada) y la EIA RS-485 (equilibrada y con tercer estado).

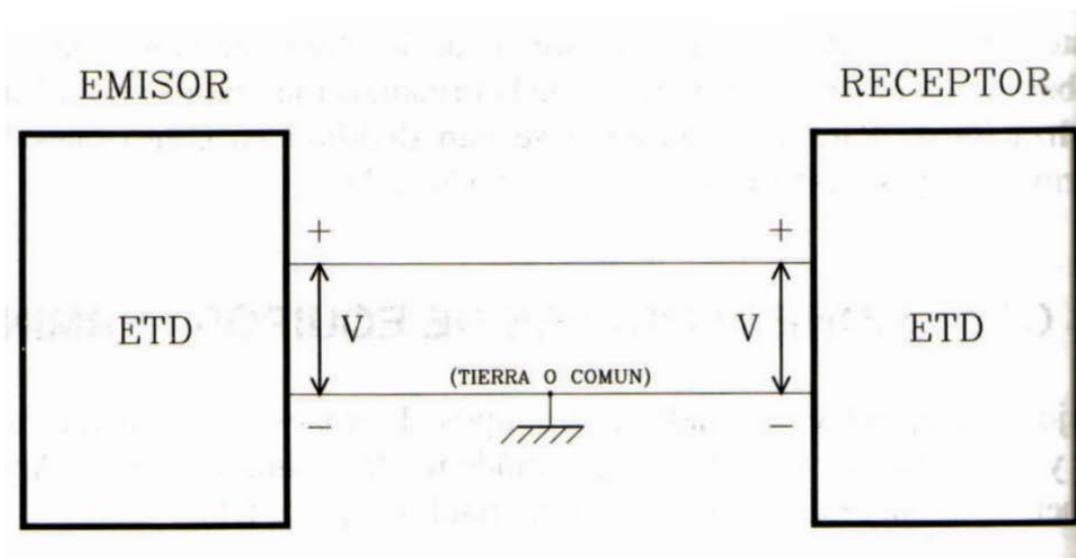
Lo anterior para hacer realidad la idea de sistema informático abierto y poder conectar diferentes periféricos a un procesador digital. Entre las características mecánicas de la norma los periféricos de una computadora se caracterizan por ser sistemas mecánicamente independientes y por ser fabricados por empresas diferentes a las que construyen las computadoras con las que interactúan, lo cual, obliga a que la conexión entre emisor y receptor deba ser removible, de alta fidelidad, capaz de identificar las diferentes señales del medio y estar normalizadas para que se puedan intercambiar los periféricos de los distintos fabricantes.

La conexión entre las computadoras y los medios de transmisión guiados se realiza mediante conectores macho y hembra con un número de terminales y dimensiones establecidos por un organismo de normalización.

Las características eléctricas implican inmunidad ante la interferencia electromagnética, la velocidad de transmisión y la protección de los usuarios.

### Esquema Básico de Transmisión.

Al transmitir en una banda de base digital se puede establecer una configuración mínima prescindiendo de las señales de control de tal forma que se puede utilizar únicamente dos líneas (una de masa y una de datos) para realizar una transmisión en un único sentido simultáneamente (half dúplex); éste es el caso que se ilustra en la Figura 2.2 como un diagrama de bloques de una comunicación asíncrona simultánea entre dos dispositivos.



**Figura 2.2:** Diagrama de Bloques con Bucle de Tensión

**Fuente:** <http://www.unilibre.edu.co>

### Estándar RS-232.

La norma define un margen de tensión de +3 V a +15 V para el "0" lógico y -3 V a -15 V para el "1" lógico; por lo que, se hace necesario que tanto en la transmisión como en la recepción se utilice un circuito de adaptación que transforme los niveles de tensión utilizados en los circuitos digitales en los que se acaban de indicar y viceversa, ésta característica está descrita en mayor detalle en la norma CCITT V.28 definida para las características eléctricas del estándar RS-232C.

Las computadoras estándar de aplicación general estuvieron dotadas de puertos serie para salida a periféricos normalizados como RS-232 pero en la actualidad se emplean

los puertos USB (Universal Serial Bus) que tienen desempeños superiores y se encuentran, además, dispositivos PCI Express de alto rendimiento compatibles con sistemas operativos Windows como el que se ilustra en la Figura 2.3 interfaz RS-232 de 8 puertos para transmisión desde 2 bps hasta 1 Mbps. [15]



**Figura 2.3: Interfaz RS232 de 8 Puertos de Alto Rendimiento**

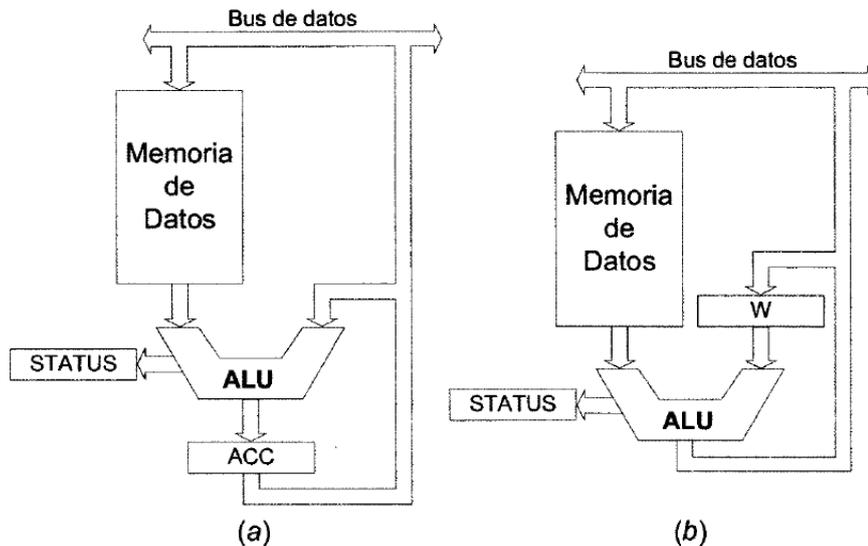
**Fuente:** <http://www.unilibre.edu.co>

### **2.2.7 Los Microcontroladores PIC.**

#### **Características generales de los microcontroladores PIC.**

La arquitectura de los PIC responde al esquema de bloques de la figura 2.4. Todos están basados en la arquitectura Harvard, con memorias de programa y de datos separadas. Como en la mayoría de los microcontroladores, la memoria de programa es mucho mayor que la de datos. La memoria de programa está organizada en palabras de 12, 14 6 16 bits mientras que la memoria de datos está compuesta por registros de 8 bits. El acceso a los diversos dispositivos de entrada y salida se realiza a través de algunos registros de la memoria de datos, denominados registros de funciones especiales (SFR:

Special Function Registers). Muchos microcontroladores PIC cuentan con una cierta cantidad de memoria EEPROM para el almacenamiento no volátil de datos.



**Figura 2.4:** Unidad Aritmética Lógica y su relación con el registro de trabajo y la memoria de datos.

**Fuente:** VALDÉZ PÉREZ FERNANDO, Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC

Por otra parte, todos los PIC son microcontroladores que cuentan con un pequeño número de instrucciones: entre 33 y 77. Todas las instrucciones son del mismo tamaño: una palabra de 12, 14 6 16 bits. Desde el punto de vista del programador, el modelo general de los microcontroladores PIC consta de un registro de trabajo (registro W) y los registros de la memoria de datos. Para las operaciones aritméticas y lógicas, uno de los operandos debe estar en el registro W y el resultado se obtiene en W o en cualquier registro de la memoria de datos. Las transferencias de datos se realizan entre algún registro de la memoria de datos y el registro W, aunque en los PIC de la gama alta se permiten transferencias directas entre dos registros de la memoria de datos, sin necesidad de pasar por el registro W. Se dispone de instrucciones para acceder a cualquier bit de cualquier registro de la memoria de datos.

Todos los microcontroladores PIC aplican la técnica del segmentado (pipeline) en la ejecución de las instrucciones, en dos etapas, de modo que las instrucciones se ejecutan en un único ciclo de instrucción, equivalente a cuatro pulsos del oscilador principal del

microcontrolador, excepto las instrucciones de transferencia de control que toman dos ciclos de instrucción.

Otra característica común a los microcontroladores PIC es la forma en que esté implementada la pila de registros. La pila no forma parte de la memoria de datos sino que ocupa un espacio independiente y tiene además una profundidad limitada, según el modelo de PIC utilizado. En estos microcontroladores no hay un puntero de pila (registro SP: Stack Pointer), tan común en la mayoría de los microprocesadores y en muchos microcontroladores.

Los microcontroladores PIC cuentan con una amplia gama de dispositivos de entrada y salida. Disponen de puertos paralelos de 8 bits, temporizadores, puertos serie sincrónicos y asincrónicos, convertidores A/ D de aproximaciones sucesivas de 8, 10 6 12 bits, convertidores D / A, moduladores de ancho de pulso (PWM: Pulse Width Modulation), etc. Excepto en los PIC de gama baja, que no disponen de un sistema de interrupciones, los dispositivos de entrada y salida generan solicitudes de interrupción al microcontrolador, que se pueden enmascarar individualmente.

Todos los microcontroladores PIC cuentan con un temporizador que trabaja como perro guardián y tienen un cierto número de bits para configurar el dispositivo, a los que se accede al programar el microcontrolador.

Mediante alguno de los bits de configuración, se puede proteger la memoria de programa frente a copias no autorizadas.

Muchos microcontroladores PIC pueden ser programados en el propio circuito de la aplicación (ICSP: In-Circuit Serial Programming), utilizando un pequeño número de líneas.

### **La Unidad Aritmética y Lógica y el registro W en los microcontroladores PIC.**

Uno de los componentes fundamentales de la CPU de un microcontrolador es la unidad aritmética y lógica (ALU: Arithmetic and Logic Unit). Tal como indica su nombre, la ALU realiza las operaciones aritméticas y lógicas previstas en el repertorio de instrucciones del microcontrolador. La ALU tiene asociado un registro que almacena

temporalmente uno de los datos que intervienen en la operación de la ALU y eventualmente el resultado de la operación realizada. También se asocian a la ALU algunos bits que indican determinadas características del resultado de la operación (si el resultado es cero, si se ha producido acarreo o préstamo, si el resultado es positivo o negativo, etc.). Estos bits indicadores usualmente forman parte del llamado registro de estado (STATUS).

En muchos microprocesadores y microcontroladores, el registro asociado a la ALU recibe el nombre de Acumulador (ACC: Accumulator). En los microcontroladores PIC se denomina Registro de Trabajo (W: Working Register) y hace funciones semejantes al Acumulador de los microprocesadores y microcontroladores tradicionales, pero su posición respecto a la ALU es distinta a la que tiene el ACC, según muestra la figura 2.3, y por lo tanto los registros ACC y W no se comportan de forma exactamente igual.

En las arquitecturas tradicionales, el ACC esté a la salida de la ALU, de modo que el resultado de cualquier operación aritmética o lógica siempre es depositado en el ACC.

En los PIC, en cambio, el resultado de una operación aritmética o lógica puede depositarse en W o puede llevarse directamente a cualquier registro de la memoria de datos, y esto les proporciona gran flexibilidad y potencia. [16]

### **2.2.8 Visual Studio.**

La última parte de .NET es la herramienta Visual desarrollo Studio, que ofrece un ambiente rico donde se puede crear rápidamente aplicaciones avanzadas, Aunque, en teoría, se podría crear una aplicación ASP.NET sin Visual Studio (por ejemplo, al escribir todo el código fuente en un editor de texto y compilarlo con .NET's compiladores de línea de comandos), esta tarea sería tedioso, doloroso, y propenso a errores. Por esa razón, todos los desarrolladores de ASP.NET profesionales utilizan una herramienta de diseño como Visual Studio.

Algunas de las características de Visual Studio incluyen los siguientes:

Diseño Página: Usted puede crear una página atractiva, con la facilidad de arrastrar y soltar usando Visual Studio, tiene un integrado diseñador de formularios web. No es necesario entender HTML.

Detección automática de errores: Usted podría ahorrar horas de trabajo cuando Visual Studio detecta y notifica un error antes de ejecutar la aplicación. Se subrayan los problemas potenciales, al igual que la función "spell-as-you-go" que se encuentra en muchos procesadores de texto.

Herramientas de depuración: Visual Studio conserva sus legendarias herramientas de depuración, que le permiten ver su código en la acción y el seguimiento de los contenidos de las variables. Y usted puede probar aplicaciones web tan fácilmente como cualquier otro tipo de aplicación, ya que Visual Studio cuenta con un servidor web incorporado que funciona igual para la depuración.

IntelliSense: Visual Studio proporciona la finalización de instrucciones para los objetos reconocidos y enumera automáticamente información como parámetros de la función de útil información sobre herramientas. [17]

### **2.2.9. Base de datos MySql**

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento.

Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros SGBD del mercado, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha. Esto y su libre distribución en Internet bajo licencia GPL le otorgan como beneficios adicionales (no menos importantes) contar con un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo.

MySQL está disponible para múltiples plataformas, la seleccionada para los ejemplos de este libro es GNU/Linux. Sin embargo, las diferencias con cualquier otra plataforma son prácticamente nulas, ya que la herramienta utilizada en este caso es el cliente mysql-client, que permite interactuar con un servidor MySQL (local o remoto) en modo

texto. De este modo es posible realizar todos los ejercicios sobre un servidor instalado localmente o, a través de Internet, sobre un servidor remoto.

### **Prestaciones.**

MySQL es un SGBD que ha ganado popularidad por una serie de atractivas características:

- Está desarrollado en C/C++.
- Se distribuyen ejecutables para cerca de diecinueve plataformas diferentes.
- La API se encuentra disponible la mayoría de software de programación.
- Está optimizado para equipos de múltiples procesadores.
- Es muy destacable su velocidad de respuesta.
- Se puede utilizar como cliente-servidor o incrustado en aplicaciones.
- Cuenta con un rico conjunto de tipos de datos.
- Soporta múltiples métodos de almacenamiento de las tablas, con prestaciones y rendimiento diferentes para poder optimizar el SGBD a cada caso concreto.
- Su administración se basa en usuarios y privilegios.
- Se tiene constancia de casos en los que maneja cincuenta millones de registros, sesenta mil tablas y cinco millones de columnas.
- Sus opciones de conectividad abarcan TCP/IP, sockets UNIX y sockets NT, además de soportar completamente ODBC.
- Los mensajes de error pueden estar en español y hacer ordenaciones correctas con palabras acentuadas o con la letra 'ñ'.
- Es altamente confiable en cuanto a estabilidad se refiere.

Para todos aquellos que son adeptos a la filosofía de UNIX y del lenguaje

C/C++, el uso de MySQL les será muy familiar, ya que su diseño y sus interfaces son acordes a esa filosofía: “crear herramientas que hagan una sola cosa y que la hagan bien”. MySQL tiene como principal objetivo ser una base de datos fiable y eficiente. Ninguna característica es implementada en MySQL si antes no se tiene la certeza que funcionará con la mejor velocidad de respuesta y, por supuesto, sin causar problemas de estabilidad.

La influencia de C/C++ y UNIX se puede observar de igual manera en su sintaxis.

Por ejemplo, la utilización de expresiones regulares, la diferenciación de funciones por los paréntesis, los valores lógicos como 0 y 1, la utilización del tabulador para completar sentencias, por mencionar algunos.

### **Limitaciones:**

Al comprender sus principios de diseño, se puede explicar mejor las razones de algunas de sus carencias. Por ejemplo, el soporte de transacciones o la integridad referencial (la gestión de claves foráneas) en MySQL está condicionado a un esquema de almacenamiento de tabla concreto, de forma que si el usuario no va a usar transacciones, puede usar el esquema de almacenamiento “tradicional” y obtendrá mayor rendimiento, mientras que si su aplicación requiere transacciones, deberá usar el esquema que lo permite sin ninguna otra restricción o implicación.

Otras limitaciones son las siguientes:

- No soporta procedimientos almacenados (se incluirán en la próxima versión 5.0).
- No incluye disparadores (se incluirán en la próxima versión 5.0).
- No incluye vistas (se incluirán en la próxima versión 5.0).
- No incluye características de objetos como tipos de datos estructurados definidos por el usuario, herencia etc. [18]

## **2.2.10 Programación en C.**

### **Introducción.**

C es un lenguaje de programación de propósito general que ha sido estrechamente asociado con el sistema UNIX en donde fue desarrollado puesto que tanto el sistema como los programas que corren en él están escritos en lenguaje C. Sin embargo, este lenguaje no está ligado a ningún sistema operativo ni a ninguna máquina, y aunque se le llama "lenguaje de programación de sistemas" debido a su utilidad para escribir compiladores y sistemas operativos, se utiliza con igual eficacia para escribir importantes programas en diversas disciplinas. [19]

## **2.2.11 Formato de Imágenes JPEG.**

### **Introducción.**

Conforme la informática avanza, las imágenes se han convertido en un área muy importante de esta. Hoy en día surgen más entornos gráficos orientados a múltiples aplicaciones. Las imágenes sean hecho con la informática, de ahí la necesidad de compactarlas, hay que reducir la cantidad de datos necesarios para representar una imagen digital. La compresión se basa en la eliminación de datos redundantes. Expresado esto matemáticamente, equivale a transformar una distribución bidimensional de pixeles en un conjunto de datos estadísticos sin correlacionar. Esta transformación (compresión) es aplicada a las imágenes antes de que sean almacenadas o antes de ser enviadas, por ejemplo vía red. La imagen una vez en su destino o almacenada es descomprimida.

En otras palabras, la compresión de imágenes trata de minimizar el número de bits necesarios para representar una imagen. Las aplicaciones de la compresión de imágenes son principalmente la transmisión y almacenamiento de información. En transmisión, sus principales aplicaciones son la televisión, radar y sonar, telé conferencias, comunicación por computadoras, transmisión por fax y otras así. En almacenamiento, la compresión de imágenes se utiliza sobre documentos, imágenes médicas, secuencia de imágenes, imágenes de satélite, mapas meteorológicos, etc. También es posible crear

algoritmos rápidos que trabajen con las imágenes comprimidas con el que número de operaciones requeridas para implementar los algoritmos se reducen.

En un principio la compresión de imágenes (hace 25 años) se limitaba a comprimir el ancho de banda en las transmisiones de video mediante métodos analógicos. Con la llegada de las computadoras digitales, los métodos de compresión analógicos fueron dejando paso a la compresión digital. Que en la actualidad se hayan adoptado diversos estándares internacionales, ha hecho este campo haya avanzado de manera considerable. Esto en parte también ha sido debido a la puesta en práctica de los trabajos teóricos que iniciara C.E. Shannon hacia 1940. Desarrolló por primera vez la visión probabilística de la información, así como su representación, transmisión y compresión.

Hoy en día la compresión de imágenes es crucial, el crecimiento de la informática multimedia (las computadoras se utilizan para la video producción, difusión, etc.). También es muy relevante el papel que se desempeña en temas como la videoconferencia, imágenes médicas, envío de FAX, el control remoto de aplicaciones militares, etc.

### **Compresión JPEG.**

El JPEG es el método de compresión más utilizado actualmente para la compresión de imágenes con pérdida. Este método utiliza la transformada discreta del coseno (DCT), que se calcula empleando números enteros, por lo que se aprovecha de algoritmos de computación veloces. El JPEG consigue una compresión ajustable a la calidad de la imagen que se desea reconstruir.

A fin de proporcionar un estándar universal para la compresión mínima, el Grupo de

Expertos Fotográficos Asociados o Joint Photographic Experts Group (JPEG) desarrolle un formato de almacenamiento de la imagen digital basado en estudios de la percepción visual humana. El estándar JPEG describe una familia de técnicas de compresión de imágenes fijas de tonalidad continua en escala de grises o color (24 bits). Sin embargo, numerosas aplicaciones han usado la técnica también para compresión de video, porque proporciona descompresión de imagen de calidad bastante alta a una razón de compresión muy buena, y requiere menos poder de cálculo que la compresión MPEG.

Debido a la cantidad de datos involucrada y la redundancia psicovisual en las imágenes, JPEG emplea un esquema de compresión con pérdidas basado en la codificación por transformación. El estándar resultante tiene tantas alternativas como sean necesarias para servir a una amplia variedad de propósitos y hoy día es reconocido por la Organización Internacional de Estándares con el nombre de ISO 10918.

El estándar JPEG define tres sistemas diferentes de codificación:

- Un sistema de codificación básico, con pérdidas, que se basa en la Transformada Discreta del Coseno y es apropiado para la mayoría de las aplicaciones de compresión.
- Un sistema de codificación extendida, para aplicaciones de mayor compresión, mayor precisión, o de reconstrucción progresiva.
- Un sistema de codificación independiente sin pérdidas, para la compresión reversible.

La codificación sin pérdidas no es útil para el video porque no proporciona razones de compresión altas. La codificación extendida se usa principalmente para proporcionar decodificación parcial rápida de una imagen comprimida, para que la apariencia general de esta pueda determinarse antes de que se decodifique totalmente. Esto tampoco es útil para el video ya que éste se construye de una serie de imágenes fijas, cada una de las cuales debe decodificarse y visualizarse a un ritmo muy rápido.

Tras la supremacía de JPEG como estándar de compresión de imágenes durante varios años, aparece un nuevo competidor al mismo. Debido al incremento en el uso de las tecnologías multimedia, y a los grandes avances técnicos en informática de los últimos años, la compresión de imágenes requiere mayor potencia así como nueva funcionalidad.

Es por ello que se desarrolla JPEG 2000. No solo se ha pretendido que este estándar ofrezca una mejor calidad subjetiva que JPEG y una mayor tasa de compresión, sino que además ofrezca una rica gama de nuevas características que consigan el mismo éxito para el nuevo estándar que el que tuvo su predecesor. Además JPEG 2000 ha sido pensado con multitud de campos de aplicación en mente, de todo ello y de cómo funciona el nuevo esquema de codificación.

## **Ventajas de JPEG.**

El estándar JPEG tiene una fuerte aceptación en el mundillo informático, de hecho con JPEG2000 no se pretende sustituirlo, solamente complementarlo. Esto se debe a varios factores clave en JPEG:

- Bajo consumo de memoria, que permite implementaciones hardware de bajo costo, por ejemplo en cámaras de fotografía digitales.
- Baja complejidad del algoritmo, lo que de nuevo, abarata el diseño de los chips decodificadores de JPEG.
- Alcanza una buena tasa de compresión de imágenes naturales, todo usando el modelo visual.
- Está muy extendido para el intercambio de imágenes, en la web, etc.

Sin embargo, es un estándar con una larga historia tras de sí, y con el tiempo, la mejora de las tecnologías y la aparición de nuevas aplicaciones con requerimientos más exigentes hace necesario la aparición de un nuevo estándar que supere las limitaciones de JPEG, un subconjunto de las mismas son:

- JPEG solo permite una única resolución y calidad.
- En compresión con pérdida la tasa de compresión es baja.
- En imágenes fuertemente comprimidas aparecen los famosos artefactos con forma de cuadrados.
- Es un formato poco resistente a errores, por ejemplo, en transmisión de un JPEG a través de una red inalámbrica propensa a errores.
- No ha sido pensado para la compresión de imágenes sintéticas, solamente para imágenes naturales.

- No admite tener zonas de la imagen codificadas con mayor nivel de detalle que otras.
- No ofrece buena calidad en compresión de imágenes de dos niveles (B/N). Debido a estos factores y a los avances en la investigación en compresión de imágenes, se decidió desarrollar un nuevo estándar para compresión de imágenes que se adapte a las nuevas necesidades en los campos en los que son necesarios. [20]

### **2.2.11 Transformada Discreta del Coseno**

La transformada discreta del coseno, (DCT del inglés Discrete Cosine Transform) es una operación basada en la DFT, pero sólo actúa sobre funciones periódicas con simetría par y el resultado es una secuencia de números reales.

La DCT expresa una secuencia finita de varios puntos como resultado de la suma de distintas señales cosenoidales en frecuencias múltiplo.

#### **Características útiles para la compresión de imágenes**

Algunas características sobresalientes de la DCT son:

- La DCT tiene una buena capacidad de compactación de la energía al dominio transformado, es decir, que la transformada de coseno discreta consigue concentrar la mayor parte de la información en pocos coeficientes transformados.
- La transformación es independiente de los datos. El algoritmo aplicado no varía con los datos que recibe, como así sucede en otros algoritmos de compresión.
- Produce pocos errores en los límites de los bloques imagen. La minimización de los errores a los bloques imagen permite reducir el efecto de bloque en las imágenes reconstruidas.
- Tiene una interpretación frecuencial de los componentes transformados. La capacidad de interpretar los coeficientes desde el punto de vista frecuencial permite aprovechar al máximo la capacidad de compresión.

## Deducción de la DCT

Es posible desarrollar la ecuación simplificando los cálculos, dado que sólo se requiere trabajar con la parte real del DFT. El resultado será una ecuación de la función coseno.

$$DCT\{x(n)\} = e^{-jk\frac{\pi 1}{N^2}} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n} + \sum_{n=N}^{2N-1} x(2N - n - 1)e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n} \right]$$

[2.1]

Considerando ahora el término  $x(2N - n - 1)$ . Este es una secuencia con periodicidad  $N$ .

$$\begin{aligned} x(2N - n - 1) &= x(-n - 1) \\ &= x(-(n + 1)) \end{aligned}$$

[2.2]

Nótese que el término  $x(2N - n - 1)$  es una versión reflejada y adelantada en uno de la secuencia original.

Sustituyendo la ecuación (2.2) en la segunda sumatoria de la ecuación (2.1) se logra

$$\sum_{n=N}^{2N-1} x(2N - n - 1)e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n} = \sum_{n=N}^{2N-1} x(-(n + 1))e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n}$$

[2.3]

Aplicando ahora la propiedad de estacionaridad temporal al miembro derecho de la ecuación [2.3] se logra

$$\sum_{n=N}^{2N-1} x(2N - n - 1)e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n} = \sum_{n=0}^{N-1} x(-(n + 1))e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n}$$

[2.4]

Finalmente, aplicando las propiedades de desplazamiento y reflexión se logra

$$\sum_{n=N}^{2N-1} x(2N-n-1)e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n} = e^{jk\frac{2\pi}{2N}N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{jk\frac{2\pi}{2N}n}$$

[2.5]

Sustituyendo la ecuación [2.5] en la ecuación [2.1] se tiene que

$$DCT\{x(n)\} = e^{-jk\frac{\pi}{2N}} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-jk\frac{2\pi}{2N}n} + e^{jk\frac{2\pi}{2N}N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{jk\frac{2\pi}{2N}n} \right]$$

[2.6]

Simplificando las relaciones  $2\pi/2N$  a  $\pi/2$  en [2.6]

$$DCT\{x(n)\} = e^{-jk\frac{\pi}{2N}} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-jk\frac{\pi}{N}n} + e^{jk\frac{\pi}{N}N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{jk\frac{\pi}{N}n} \right]$$

[2.7]

Resolviendo el paréntesis resulta

$$DCT\{x(n)\} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-jk\frac{\pi}{N}(n+\frac{1}{2})} + \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{jk\frac{\pi}{N}(n+\frac{1}{2})}$$

[2.8]

Considérese lo siguiente, la secuencia a tratar es periódica y tiene simetría par, por lo cual solo se requiere la parte real de las transformaciones indicadas en la ecuación [2.8].

Entonces:

$$DCT\{x(n)\} = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left(k\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}\right)\right) + \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left(k\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}\right)\right)$$

[2.9]

Simplificando la sumatoria [2.9] se tiene que:

$$DCT\{x(n)\} = 2 \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left(k \frac{\pi}{N} \left(n + \frac{1}{2}\right)\right)$$

[2.10]

[21]

### **2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

Con la implementación de un medidor de nivel de combustible se podrá tener una medida en tiempo real de una manera más exacta, disminuyendo así posibles accidentes y llevando un control más efectivo al utilizar alarmas preventivas.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Modalidad de la investigación**

##### **3.1.1 Modalidad**

Las modalidades de investigación, desarrolladas en el presente proyecto fueron las siguientes:

Investigación Bibliográfica Documental, pues se requirió revisar manuales técnicos con la descripción y configuración de los módulos que se utilizó en el desarrollo del proyecto, además también se usó algunos trabajos de otros autores relacionados al tema acerca de proyectos similares así como de publicaciones en Internet.

Investigación experimental,

Investigación de campo, ya que se acudió al lugar en el que se producen los acontecimientos y en él se comprobó la necesidad de contar con un sistema de medición automática, optimizando el tratamiento de medición de combustibles en la Gasolinera Milagro.

### **3.2 Plan de Recolección de la Información**

La recolección de la información se realizó a través de una visita técnica al lugar donde se desea implementar el sistema de medida de tanques, además de criterios técnicos y de experiencias por parte del administrador de la Gasolinera Milagro.

### **3.3 Procesamiento y Análisis de la Información**

La información recolectada fue analizada y sintetizada minuciosamente para determinar los parámetros a los que se ajusta en función de las medidas tomadas por el sensor y poder tomar las medidas necesarias para la calibración de la posición del diodo led infrarrojo también como la de los diferentes colores que puedan obtenerse debido a que el diodo led infrarrojo incidirá en los diferentes tipos de combustible, todos estos valores nos ayudarán a generar una ecuación matemática que más se ajuste al modelo expuesto.

### **3.4 Desarrollo del Proyecto.**

A continuación se detallan los pasos que se siguieron para el desarrollo del proyecto:

- Indagación de la forma de medición de volumen en los tanques de combustible de la Gasolinera Milagro.
- Identificación de requerimientos y seguridades a tomar en cuenta para el desarrollo del proyecto.
- Análisis de los diferentes tipos de medición utilizando módulos existentes en el mercado, tomando en cuenta, su funcionalidad, las características y beneficios de los mismos.
- Diseño de un circuito de transmisión de datos que cumpla con características técnicas en cuanto a su funcionalidad, teniendo en cuenta parámetros importantes como la distancia, la inmunidad al ruido, entre otros.
- Desarrollo de un circuito que sea capaz de leer e interpretar los datos de la cámara mediante un software.

- Análisis del rango de medida en función de la posición del diodo led infrarrojo así como el de la resolución de la cámara utilizada para poder detectar cual sería el rango de error en las mediciones.
- Desarrollo de un circuito en el cual se visualicen los datos y tenga la capacidad de transmitir y recibir información en los equipos y programas involucrados a medida que se lo requiera.
- Desarrollo de un software para llevar un control de los datos obtenidos.
- Elaboración e instalación del prototipo.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DE PROPUESTA**

#### **4.1 Antecedentes**

La situación actual de la Gasolinera Milagro, del Cantón Milagro Provincia del Guayas, es el punto de partida para el desarrollo de la propuesta en la cual se realiza un análisis del proceso de medición del nivel de combustible, determinando que lo realizan con una varilla calibrada que es introducida de forma manual por un operario, permitiendo de esta manera que la persona encargada de la lectura del nivel de combustible lo realice de manera imprecisa e inadecuada, ya que no cuenta con un sistema que permita realizar una medición constante, además del peligro que representa al tener una persona expuesta a los gases que genera los combustibles, otro inconveniente es la falta de un sistema de alarmas cuando su nivel sea bajo, para evitar posibles daños en las bombas de succión de combustible.

En la tabla 4.1 se muestra un sistema de comparación con respecto al tipo de mediciones de nivel de líquidos, tomando en consideración muchos factores como es el caso de la disponibilidad de los elementos de medición que se pueden encontrar en el mercado, también se debe considerar con qué tipo de sensor se realiza la medición de nivel de combustible pudiéndose destacar los ultrasónicos, rayo láser, radar, capacitivo que son los más comunes en el mercado aunque todos estos tienen un costo elevado, debido a las pocas empresas que ofrecen este servicio haciendo que el producto se encarezca. Por esta razón se decidió crear un sistema alternativo de medición, tratando

de minimizar costos para que pueda ser accesible al cliente, además de robusto, pues no requiere de mantenimiento al no poseer partes mecánicas que puedan deteriorarse o desgastarse con el tiempo debido al contacto con agentes que causen el mal funcionamiento del sistema, como ejemplo tenemos la corrosión causada por el medio ambiente.

**Tabla 4.1:** Tabla de los medidores de combustible existentes en el mercado.

SISTEMA	FUNCIONES	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sensores ultrasónico	Mide el nivel del líquido por impulsos ultrasónico	Sensores ultrasónicos micro controladores	Fácil implementación	Sensible a la densidad de fluidos. Riesgo de cortocircuitos. Sensible a la densidad de fluidos.
Sondas de tele medición	Se mide usando sensores de temperatura a lo largo del tanque	Sensores de temperatura, cabezal magnetostrictivo	Medición precisa Apto para cualquier líquido	Se usa en tanques menores a 30000 galones. Sensible a la densidad de fluidos.
Sondas Manuales	Se mide usando una varilla o regla graduada	Varilla, regla graduada, cinta métrica	Probabilidad de tener un menor error.	Inhalación de gases tóxicos al momento de la medición. Sensible a la densidad de fluidos.
Medidor con Flotador	Medición del nivel de líquido, mediante flotador	Manómetro, flotador, flotador en contrapeso	Probabilidad de menor error en la medición	Flotador varía dependiendo el tipo de fluido, parte móviles expuesta al fluido pueden romperse
Medidor por rayos gama	Medición mediante el uso de rayos gama	Emisor de rayos gama, transformador de rayos gama	Una gran vida útil	Se aplica más en líquidos muy corrosivos Revisión periódica para evitar contaminación radiactiva
Medidor de nivel capacitivo	Al variar la capacitancia determina la altura del líquido.	Funcionan los conductores con Electrodo aislados	No tiene partes móviles.	Se utiliza más en depósitos no metálicos.
Monitoreo del nivel de combustible en la gasolinera milagro, utilizando tratamiento digital de imágenes y generación de alarmas	La medición se realiza usando el procesamiento de señal de imágenes con respecto a un punto	Cámaras de imágenes, micro controladores, led infrarrojo, interfaz gráfica, base de datos	La medición del nivel del líquido es automática. Fácil manejo para el personal encargado	Sensibilidad a la densidad de fluidos

**Fuente:** El Investigador

Una vez analizado los diferentes métodos para la medición del nivel de combustibles se decidió utilizar el tratamiento digital de imágenes, debido a su costo, fácil manejo, además de disponer un sistema que se ajusta a las necesidades de la Gasolinera Milagro,

con la capacidad de poder configurar tanto los niveles de alerta que se desea implementar así como el tiempo que se toma cada medida, la cual se puede obtener desde cada 30 segundos en adelante, también tiene la posibilidad de poder interactuar con otros programas.

## **4.2. Análisis De Factibilidad**

El estudio de factibilidad permitió obtener un análisis general de la investigación, para la recolección de la información más relevante, luego se procedió al estudio, desarrollo e investigación del proyecto.

Se profundiza este estudio mediante varios análisis, los cuales fundamentaron la implementación del sistema electrónico, mostrados a continuación:

- Factibilidad Operativa
- Factibilidad Técnica
- Factibilidad Económico
- Factibilidad Institucional

### **4.2.1. Factibilidad Operativa**

El desarrollo de la propuesta es factible debido que la gasolinera cuenta con la infraestructura y condiciones necesarias para la colocación de un prototipo de medición del nivel de combustible con el tratamiento de señal de imágenes, permitiendo que la persona encargada tenga un mejor seguimiento continuo y seguro de dicho tanque y además permite acoplar hacia nuevos sistema de tecnología.

### **4.2.2 Factibilidad Técnica**

La implementación de este proyecto de investigación es factible, debido que los recursos y herramientas tecnológicas existen en el mercado internacional, nacional y local, ya que además se cuenta con los conocimientos necesarios para realizar el diseño e implementación del prototipo.

### 4.2.3 Factibilidad Económica

Económicamente el proyecto es factible ya que los gastos para los elementos de construcción del prototipo corren por parte de la Gasolinera Milagro de la ciudad de Milagro. Mientras que la parte del diseño, construcción, implementación de hardware y software está a cargo del investigador.

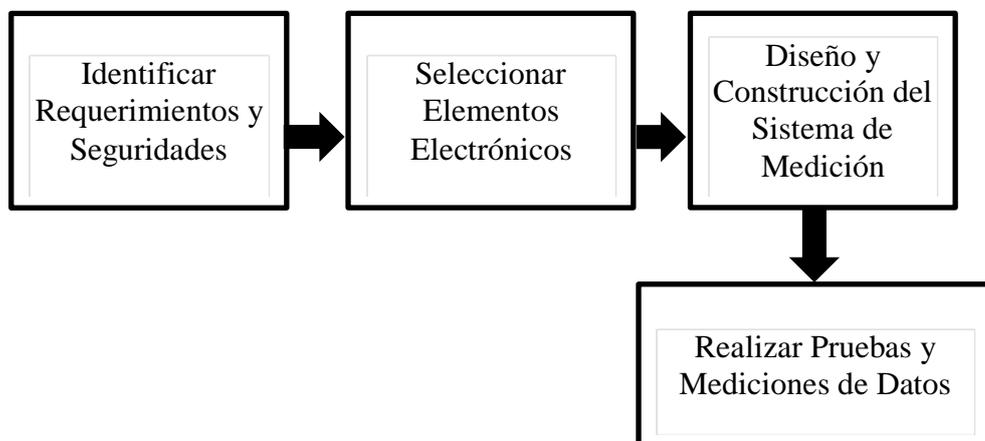
### 4.2.4. Factibilidad Institucional

Para la implementación del proyecto no existe un impedimento institucional por parte de la ARCH, siempre y cuando se respete las normas que exigen para estos casos que citaremos a continuación.

- No deben existir cables visibles.
- Todos los cables estarán aislados herméticamente en tubería metálica.
- Los circuitos deben estar sellados en cajas aislantes antiexplosivas.

### 4.3. Etapas para el desarrollo de la propuesta

El presente se caracteriza para facilitar el desarrollo sistemático y detallado de cada etapa, que permite la implementación del dispositivo como se muestra en la figura 4.1.



**Figura. 4.1:** Etapas de construcción del sistema de medición de tanques de combustible.  
**Fuente:** El Investigador.

- Análisis de los requerimientos y seguridades en los tanques de combustible para poder realizar una medida óptima.
  - Verificar los posibles problemas que generaría la actual medición para una mejor optimización del sistema.
  - Información de la forma de medición de los tanques en la actualidad.
- Seleccionar los elementos electrónicos para el desarrollo del circuito que se encargará de la medición del combustible.
  - Selección los elementos electrónicos a utilizarse en la medición del combustible, dependiendo de su precio y sus características.
  - Características de los elementos seleccionados.
  - Elección y análisis de Programas requeridos.
- Diseño y construcción del sistema de medición de tanques de combustible.
  - Diseño del sistema de medición.
  - Diseño y construcción del circuito.
  - Diseño del software de control y adquisición de datos.
- Análisis y pruebas de funcionamiento y mediciones que nos ayudará a crear el algoritmo y la ecuación matemática que nos ayudará a calcular tanto el nivel de combustible así como su volumen.
  - Calibración y ajustes del sistema de medición.
  - Análisis y pruebas de funcionamiento

#### **4.4. Análisis de los Requerimientos y Seguridades en los tanques de combustible.**

Para poder entender mejor la medición de combustible en los tanques de almacenamiento, se debe hacer una pequeña referencia histórica y estadística del mismo, los mismos que ayudará a prevenir accidentes y deficiencia en las mediciones.

##### **4.4.1. Verificar los Posibles Problemas que Genera una Medición Manual.**

En lo que se refiere a una reseña histórica en la Gasolinera Milagro se conoce de un problema originado cuando dos operarios entraron a realizar la medición de forma manual, sin percatarse la existencia de gases de combustible en alto grado de concentración del ambiente, lo que provocó que uno se desmaye y otro sufra fuertes

nauseas, por lo cual no es recomendable la presencia de personal en el área de los tanques, salvo verdaderas necesidades.

También se tiene datos erróneos al medir de forma manual causados tanto por la generación de olas en el combustible lo que hace que sea una medida inexacta, con el orden de varios centímetros en la medida, lo que representa una cantidad nada despreciable de combustible al transformarlo en unidades de volumen.

#### **4.4.2. Identificar la Forma de Medición de los Tanques en la Actualidad.**

En la actualidad la medición se realiza utilizando una regla calibrada de un tamaño de 5 metros de alto, Esta regla se encuentra graduada con espacios de 1 cm. Para la medición se requiere que el personal introduzca la regla por un ducto en la parte superior del tanque tratando en lo posible de que la regla no tenga inclinaciones, pues esto también variaría la medida, esta operación se la realiza por lo menos unas tres veces y de esta forma sacar un valor medio del combustible presente en el tanque.

Una vez obtenida la medida en la regla el dato se lo compara en una con una tabla que nos indica el volumen de combustible presente en el tanque.

Un problema presente para utilizar una tabla que dé el volumen de combustible radica en la forma cilíndrica que tiene el tanque, y la falta de una fórmula matemática que indique exactamente el volumen en función de la medida obtenida por la regla o por otro medio.

Con estos datos se puede observar las necesidades o requerimientos de la Gasolinera Milagro para poder mitigar los problemas causados por una medición manual, entre ellos se citan:

- Poder obtener una medida oportuna.
- Llevar un control del consumo de combustible, para identificar posibles fallas.
- Tener un sistema de alerta en caso de niveles máximos (295 cm) y mínimos (40cm) de combustible.
- La disponibilidad de toma de datos a intervalos de tiempo regulares.

#### 4.5 Diagrama del Circuito de Control.

A continuación se describe los elementos necesarios en el circuito de control para la adquisición de datos de la cámara.

El circuito requiere de una alimentación de 12V con un consumo de corriente máxima de 300 mA. Además se debe utilizar un microcontrolador para ordenar las instrucciones que son transmitidas entre el computador y la cámara, además de otros dispositivos que se necesite conectar a la red. Se necesita de transceivers, necesarios para poder convertir los diferentes tipos de comunicación que existen en el sistema, entre otros elementos necesarios para la construcción del circuito.



(a)



(b)

**Figura 4.2:** Esquema del circuito Electrónico

**Fuente:** El Investigador

Para el funcionamiento del sistema de medición necesitamos de dos circuitos para poder acoplar un sistema de comunicación en común, necesario para poder transmitir a largas distancias, además de tener la posibilidad de poder conectar más módulos de cámaras, actuadores o sensores al mismo canal.

Como la instalación se realiza en lugares que contiene líquidos inflamables se necesita enviar solo cantidad de corriente que necesita el circuito para evitar chispas en lo posible, para lo cual se estimó un máximo de corriente de 200 mA, la cual resulta de la división de la tensión de entrada (12V) y la corriente, queda una resistencia de 60 ohmios, pero por cuestión de pérdidas y resistencia de cables la resistencia más aproximada que se estableció es de 47 ohmios.

Además se necesita trabajar con integrados TTL por lo cual se necesita de reguladores de tensión a 5V. Con la necesidad de tener un canal común de comunicaciones se ve en la necesidad de conocer o identificar un módulo en específico, para lo cual se necesita de un microcontrolador que ayude a gestionar el tráfico por la red.

#### **4.6. Selección de Elementos Electrónicos.**

Para la construcción del sistema de medición se requiere de varios elementos electrónicos como son microcontroladores, circuitos para transmisión de datos a larga distancia en entornos industriales, resistentes a temperaturas, vapores corrosivos, polvo y otros agentes externos que puedan causar problemas.

##### **4.6.1. Selección de Elementos Electrónicos para el Diseño y Construcción del Sistema de Medición.**

###### **- Selección de Cámara.**

Como el sistema de un circuito de adquisición de imágenes se necesita tener una cámara que se trate de ajustar a las necesidades, tales como el tipo de comunicación, las dimensiones, niveles de voltaje y potencia, documentación acerca de la forma de forma y tipo de transmisión de datos, además del costo de la cámara.

Según la Tabla 4.2 que se muestra a continuación se procede a elegir la cámara que mejor se ajuste a nuestras necesidades.

**Tabla 4.2:** Selección de Cámaras

CAMARAS	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS	APLICACIÓN
Cámara CCTV [22]	Mini Cámara de 3 MP	Es pequeña y de una alta resolución	La comunicación es por medio de video CCTV	Video Vigilancia de alta calidad
Cámara VGA 300-KP OV7670 [23]	Módulo Cámara CMOS	Ideal para proyectos robótica.	La comunicación requiere de un microprocesador de una alta gama	Detección de formas y colores.
Cámara IP 1080P [24]	Cámara de vigilancia mediante Red LAN	Se conecta directamente a una red local LAN	El costo es un poco elevado y no dispone de los SDK necesarios para conectarse a Visual Studio	Video Vigilancia con video de calidad utilizando Internet o Intranet
Módulo Cámara Serial [25]	Módulo Cámara VGA con puerto de comunicación Serial	Conexión directa al puerto RS-232	No se puede utilizar para video, la resolución es baja	Proyectos con microcontroladores.

**Fuente:** El Investigador.

Una vez analizado el cuadro con las distintas cámaras, se decidió por el módulo de cámara serial, debido a su interfaz de conexión RS-232 que es muy amigable y simple su utilización aunque con una pequeña desventaja al momento de transmitir datos que puede trabajar hasta 115200 Baudios, pero para el proyecto no necesita tomar fotos continuamente sino en un período aproximado de minutos entre cada toma.

**Tabla 4.3:** Selección de Cámara USART RS232

Marca	Cámara RS232	Tensión de Corriente	Angulo de Visión	Formatos de Imagen	Dimensiones	Precio
OEM [26]	Camera Module TM-S403	5V	90°	NTSC 510x492	38*38mm(D*L)	\$ 48.40
LCF [27]	Camera Module with Video	DC5V+/-5%	90° - 120°	Compresión JPEG	32x32mm	\$ 18.00
CBVS [28]	Camera Module XR-CP1	3.3V - 5V	90°	PAL 628x582;NTSC 510x492	38*38 mm(D*L) Compatible 32*32mm	\$ 11.64
TOPMYS	Camera module OV528	5V	100°	VGA640 * 480 \ QVGA320 * 240 \ QQVGA 160*120	32mm * 32mm	\$ 60.00

**Fuente:** El Investigador.

Para establecer el tipo de cámara más idónea para el proyecto se realizó la evaluación de los distintos modelos mostrados en la Tabla 4.3, tratando de determinar la más viable para el proyecto, hay que tomar en cuenta algunos factores tales como el tipo de comunicación de la cámara, sus dimensiones, verificar si el hardware de comunicación es viable con los elementos electrónicos seleccionados, también hay que verificar que la instalación sea lo más simple posible en caso de requerir algún cambio por daños o defectos que pueda tener la cámara.

- **Cámara Seleccionada.**

Se ha seleccionado el Módulo Cámara OV528 debido a las siguientes características.

- El precio en relación a sus características en función de los otros modelos es más no es la más económica, pero se puede encontrar en diferentes almacenes.
- Posee una transmisión de datos RS-232, lo que resulta ideal para comunicarse con un microcontrolador.
- El tamaño es aceptable lo que lo hace más fácil de poder encapsularla.
- Posee una simple trama para comunicación de datos.
- Es capaz de detectar la luz infrarroja.
- Se puede transmitir a velocidades entre 9600 a 115200 baudios.

- **Selección del microcontrolador.**

A continuación se va a seleccionar el tipo de microcontrolador que se necesita para poder interactuar de mejor manera entre el software de la computadora y la cámara, además de realizar otras funciones específicas. En el mercado disponemos de varias opciones tanto de tarjetas o microcontroladores.

En la tabla 4.4 se puede apreciar algunas de las diferentes empresas que fabrican microcontroladores.

**Tabla 4.4:** Empresas de microcontroladores

Empresa	Familias	Tensión de Trabajo	Velocidad de reloj	Tipos de comunicación	Temperatura
Atmel [29]	8 bits, 16 bits, 32 bits	1.8V -12V	16MHz-84MHz	I2C, SPI, RS232,USB	-40°C / +85°C
Freescale [30]	8 bits, 16 bits, 32 bits	3.0–5.5 Vdc	40MHz	SPI	-20°C to +70°C
Intel [31]	8 bits, 16 bits	3.3V	100-400KHz	-	-40°C / +85°C
Microchip [32]	8 bits, 16 bits, 32 bits	1.8V to 5.5V	32KHz-40MHz	I2C, SPI, RS232,USB	-40°C to 125°C

**Fuente:** El Investigador.

Después de ver las diferentes marcas de microcontroladores en función tanto de sus capacidades y características se decide utilizar la familia de los microcontroladores Microchip que a continuación se detalla en la tabla 4.5

**Tabla 4.5:** Modelos de los microcontroladores Microchip

Modelo	Memoria FLASH	Numero de puertos E/S	Memoria RAM	Frecuencia	Memoria Eprom
16F628A	2K	16	224 bytes	20MHz	128 Bytes
16F877A	8K	34	368 bytes	20MHz	256 Bytes
18F2550	32K	25	2048 bytes	48MHz	256 Bytes
32MX110F016B	32K	21	8 Kb	50MHz	3 Kb

**Fuente:** El Investigador

- **Microcontrolador Seleccionado.**

Se ha seleccionado el microcontrolador 16F628A debido a las siguientes características.

- Posee un tamaño pequeño, ideal para poder reducir el tamaño del circuito.
- Dispone de comunicación RS-232, lo que nos ayuda a comunicarnos con otros dispositivos así como con el software de control.
- Tiene interrupciones que nos ayudan a verificar algún evento que deseemos darle prioridad.
- Su precio es económico.
- Su programación es sencilla, además puede trabajar desde 3.3 a 5.5 voltios.
- Se le puede poner un oscilador externo para un mejor funcionamiento.

- **Selección del circuito de Transmisión de datos.**

Es muy importante tomar en cuenta la forma en que se van a transmitir los datos. Puesto que no solo depende de la opinión del investigador sino que se debe ajustar a normas que la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos (ARCH) como por ejemplo que no debe pasar ningún tipo de cable ya sea de alimentación o datos por la zona de las bombas de succión de combustible, todos los cables que pasen por esta zona deberán ser aislados herméticamente con tubería metálica. Ahora se lista algunos tipos de comunicación en la tabla 4.6

**Tabla 4.6:** Comparación de tecnologías de Comunicación

<b>Tipos de Comunicación</b>	<b>Velocidad de Transmisión</b>	<b>Distancia (metros)</b>	<b>Número de hilos</b>	<b>Forma de transmisión de bits</b>
USB [33]	5 Gbps	10	4	2.5V
RS232	200bps 1Mbps	15	3	+15V -15V
CORRIENTE DE LAZO	1bps 115200 bps	1000	2	4mA – 40 mA
RS 485 [34]	200 bps 1Mbps	1000	2	+2.5V -2.5V

**Fuente:** El Investigador.

Para la transmisión de datos se ha seleccionado la tecnología RS485, ahora se detallan los diferentes integrados relacionados a esta tecnología, que a continuación se muestran en la siguiente tabla 4.7.

**Tabla 4.7:** Integrados de Comunicación RS485

<b>Integrado</b>	<b>Half/Full Duplex</b>	<b>Numero de Pines</b>	<b>Transmisión En Baudios</b>	<b>Cantidad de elementos en el bus</b>
MAX481	Half	8	2.5 Mbps	32
MAX483	Half	8	0.25 Mbps	32
MAX 485	Half	8	2.5 Mbps	32
MAX 488	Full	8	0.25 Mbps	32

**Fuente:** El Investigador.

- **Integrado RS485 Seleccionado.**

Se ha seleccionado el integrado MAX485 debido a las siguientes características, además teniendo en consideración la disponibilidad del mismo.

- Su diseño es ideal en cuanto al tamaño y la configuración de los pines para su conexión es simple.
- Trabaja a 5 V, por lo cual no requiere una fuente de poder aparte.
- Puede transmitir y recibir datos utilizando solo dos líneas conductoras.
- Es ampliamente utilizado en la industria por su gran inmunidad al ruido.
- Puede transmitir hasta 1 Km de distancia.
- Se puede conectar hasta 32 dispositivos en un mismo canal, facilitando de esta el cableado para transmisión de datos.

#### **4.6.2. Características de los Elementos Seleccionados.**

A continuación se detallará las características de los elementos seleccionados para la realización del proyecto.

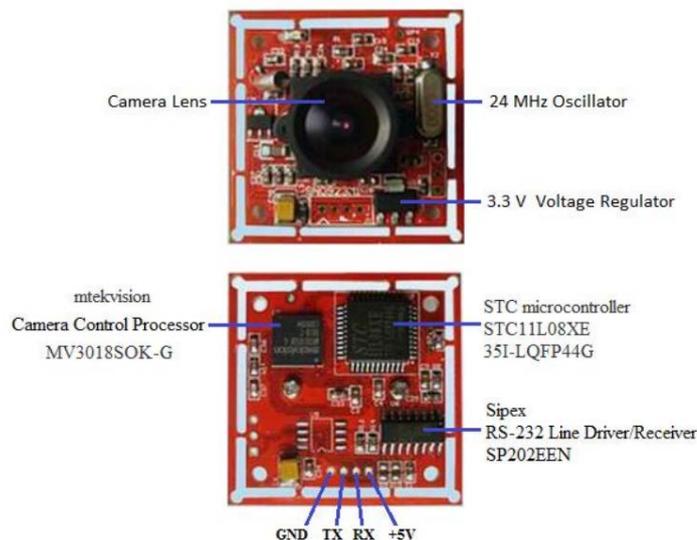
- **Módulo cámara serial OV528.**

El módulo de la cámara se compone de un sensor de imagen CMOS que está controlado por mtekvision Procesador Camera Control (PCC). La imagen capturada se comprime en formato JPEG por STC microcontrolador que utiliza el protocolo OV528, desarrollado por OmniVision. Las imágenes JPEG comprimidas se dividen en paquetes y se transmite a través de UART. El tamaño de los paquetes puede variar de 64 a 512 bytes. En esta cámara en particular el módulo UART de salida del microcontrolador STC se convierte en niveles lógicos de RS-232 por el RS- 232 Sipex Line Driver / receptor . Finalmente la interfaz RS - 232 está disponible en la placa del módulo de cámara al conectarse a un host. Este módulo cámara admite velocidades de transmisión de 7200 bps a 115200 bps. [35]

#### **Características:**

- Sensor de Imagen: color CMOS
- Pixels: 0.3 mega píxeles
- Resolución de Imagen: Compresión VGA640 \* 480 \ QVGA320 \* 240 \ QQVGA 160\*120
- Formato de Imagen: JPEG

- Lente Focal: 2.8mm
- Angulo de vista: 100 °
- Lumen mínimo: 1 Lux
- Imagen nocturna: imagen NEGRO-BLANCO
- Distancia de visión nocturna; 5 a 10 m
- Interface: Interfaz RS232
- Velocidad de transmisión: 9600 bps por defecto
- Balance de blancos: automático
- Exposición: automático
- Auto Control de ganancia: automático
- Tensión de trabajo: DC5V
- Consumo de corriente: sobre 80mA
- Temperatura de trabajo:-10 a 60 grados Celsius
- Dimensiones: 32mm \* 32mm \ 38mm \* 38mm



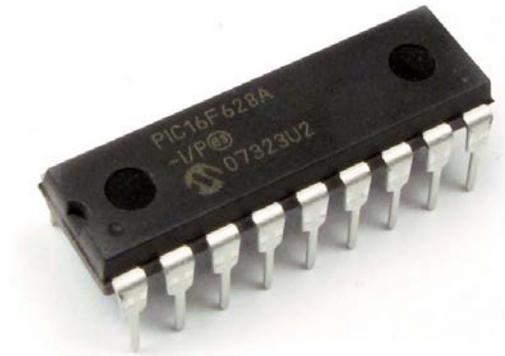
**Figura 4.3:** Cámara serial OV528

**Fuente:** OmniVision

- **Microcontrolador PIC16F628A.**

Un microcontrolador es como un ordenador en pequeño: dispone de una memoria donde se guardan los programas, una memoria para almacenar datos, dispone de puertos de entrada y salida, etc. A menudo se incluyen puertos seriales (RS-232), conversores

analógico/digital, generadores de pulsos PWM para el control de motores, bus I2C, y muchas cosas más. Por supuesto, no tienen ni teclado ni monitor, aunque podemos ver el estado de teclas individuales o utilizar pantallas LCD o LED para mostrar información.



**Figura 4.4:**PIC16F628A  
**Fuente:** Microchip

El pic16f628a es un microcontrolador de 8 bit, posee una arquitectura RISC avanzada así como un juego reducido de 35 instrucciones. Este microcontrolador es el remplazo del obsoleto pic16f84a, los pines del pic16f628a son compatibles con el pic16f84a, así se podrían actualizar proyectos que hemos utilizado con el pic16f84a. [36]

#### **Características.**

- Memoria de programa: 2 KBytes
- Memoria SRAM: 224 Bytes
- Memoria EEPROM: 128 Bytes
- Pines de E/S:16
- Entradas analógicas (ADC): No
- Salidas PWM: 2
- SPI: No
- I2C: No
- USART: Si

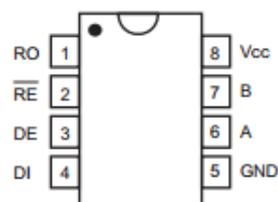
- Temporizadores de 8 Bits: 2
- Temporizadores de 16 Bits: 1
- Comparadores: 2
- Oscilador:
- Frecuencia máxima: 20 MHz
- Oscilador interno de 4 MHz.
- Número de pines: 18
- Encapsulado: PDIP, SOIC, SSOP, QFN

- **Integrado de Comunicación MAX485.**

Este integrado es ideal para trabajar enviando y recibiendo datos que necesiten de buenas prestaciones, ya sea en entornos industriales o necesite transmitir datos a grandes distancias, tratando de mantener la integridad de los datos.

Se puede notar que también la transmisión y recepción de datos se realiza por solo dos hilos conductores y se puede conectar al mismo bus de datos hasta 32 dispositivos, lo que ayuda en gran medida a evitar el cableado independiente por cada dispositivo, como por ejemplo lo que ocurre con la comunicación que utiliza corriente de lazo.

### PIN CONFIGURATION



**Figura 4.5:** Transceiver MAX485

**Fuente:** Datasheet Integrado

El MAX485 es transceptores de baja potencia para RS - 485 y RS-422 de comunicación. El IC contiene un conductor y un receptor. Las velocidades de respuesta del conductor del MAX485 no se limitan, lo que les permite transmitir hasta 2.5Mbps.

Estos transceptores establecer entre 120 $\mu$ A y 500 $\mu$ A de la corriente de alimentación. Todas las partes operan a partir de una sola fuente de alimentación de 5V. Los conductores son la corriente de cortocircuito limitados y están protegidos contra la excesiva disipación de energía por circuitos de apagado térmico que coloca a las salidas del controlador en un estado de alta impedancia. La entrada del receptor tiene una característica a prueba de fallos que garantiza una salida de nivel lógico alto si la entrada es de circuito abierto. El MAX485 está diseñado para aplicaciones de half - dúplex.

A continuación citaremos algunas de las características más importantes.

- **Características**

- Bajo consumo de Corriente: 300 $\mu$ A.
- Rango de Voltaje -7V a +12V.
- Tres estados de la salida.
- Delay de propagación 30ns.
- Voltaje de alimentación 5V.
- Soporta hasta 32 transceivers en un solo Bus.
- Velocidad de máxima de transmisión: 2.5 Mbps.
- Protección por cortocircuito o elevada temperatura.

#### **4.6.3. Elección y análisis de Programas requeridos.**

Para la elaboración del proyecto necesitaremos de la ayuda de algunos programas para poder en funcionamiento el sistema completo. A continuación citaremos las características de cada uno de ellos.

- **Compilador CCS**

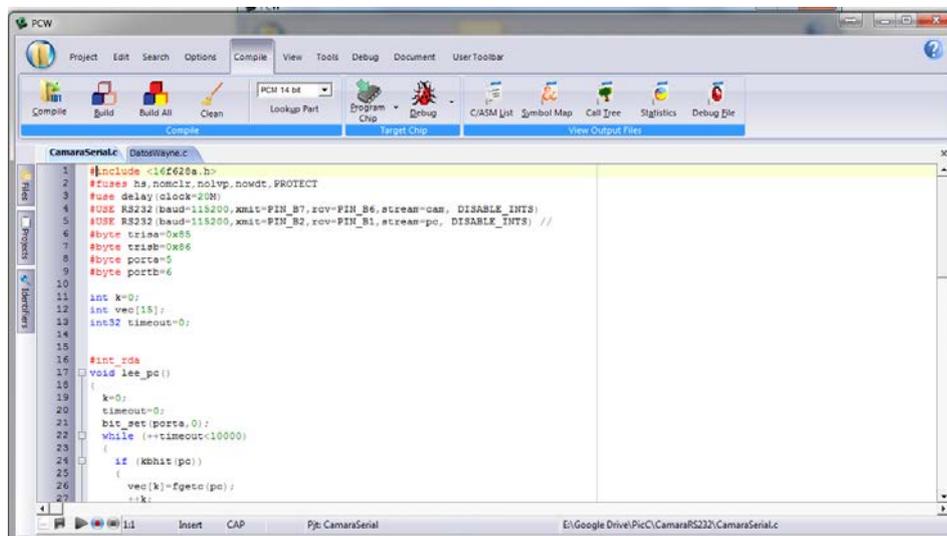
Si queremos realizar la programación de los microcontroladores PIC en un lenguaje como el C, es preciso utilizar un compilador de C.

El lenguaje de programación C, resulta ideal para poder generar archivos hexadecimales necesarios para poder ejecutar un programa en el compilador, ya que posee una gran cantidad de librerías que facilitan en gran medida la programación, se puede además

modificar o crear nuevas librerías de acuerdo a las necesidades que requiera el programa del microcontrolador.

Por ser un lenguaje de propósito general, es ideal si se desea minimizar el uso de recursos del microcontrolador, tales como la cantidad de memoria para la ejecución de funciones, lo que no ocurre con programas hechos en basic, que son más simples en su programación, pero en cambio consumen más recursos y memoria del microcontrolador. Además el lenguaje C administra de mejor manera el hardware del microcontrolador, como por ejemplo cuando se utiliza el puerto serial del microcontrolador el lenguaje Basic lo hace de manera virtual el puerto, en cambio C interactúa directamente con el hardware del puerto, teniendo de esta manera otras funciones para el puerto como por ejemplo una interrupción por la recepción de un dato.

[37]



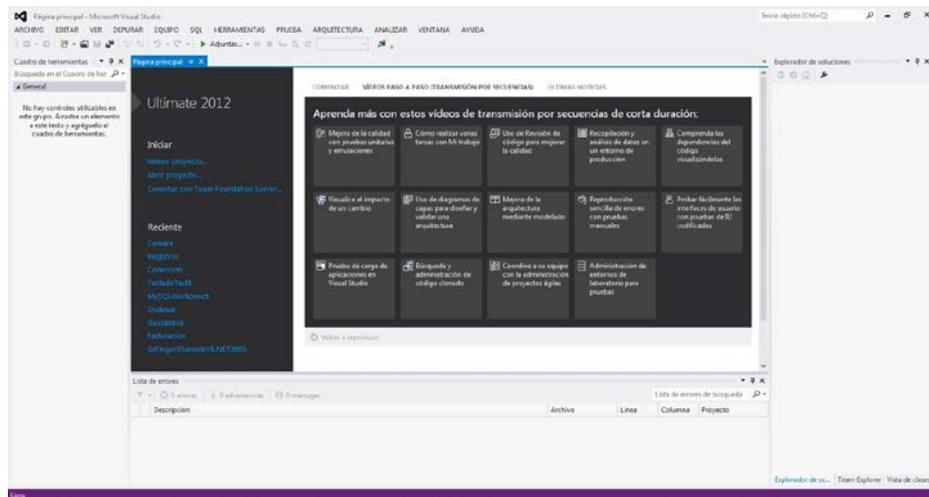
**1Figura 4.6:** Software CCS

**Fuente:** El investigador

- **Características.**
  - Posee más de 307 funciones integradas
  - Temporizadores y módulos PWM
  - Convertidores A / D
  - Datos on-chip EEPROM
  - LCD controladores

- Memoria externa buses
- Entre otras...
- **Visual Studio 2012 Express.**

Visual Studio Express 2012 para escritorio de Windows permite la creación de aplicaciones de escritorio en C#, Visual Basic, and C++ y admite Windows Presentation Foundation (WPF), Windows Forms y Win32. Nota: Visual Studio Express 2012 para escritorio de Windows no se puede utilizar para compilar aplicaciones de la Tienda Windows. Si desea compilar aplicaciones de la Tienda Windows, también puede instalar Visual Studio Express 2012 para Windows 8. O bien, para desarrollar aplicaciones en todas las plataformas de Microsoft y en Web, pruebe Visual Studio Professional 2012. [38]



**Figura 4.7:** Software Visual Studio 2012

**Fuente:** El Investigador

- **ARES**

ARES es la herramienta de la suite Proteus dedicada al diseño de placas de circuito impreso (PCB). Está plenamente integrada con la herramienta ISIS.

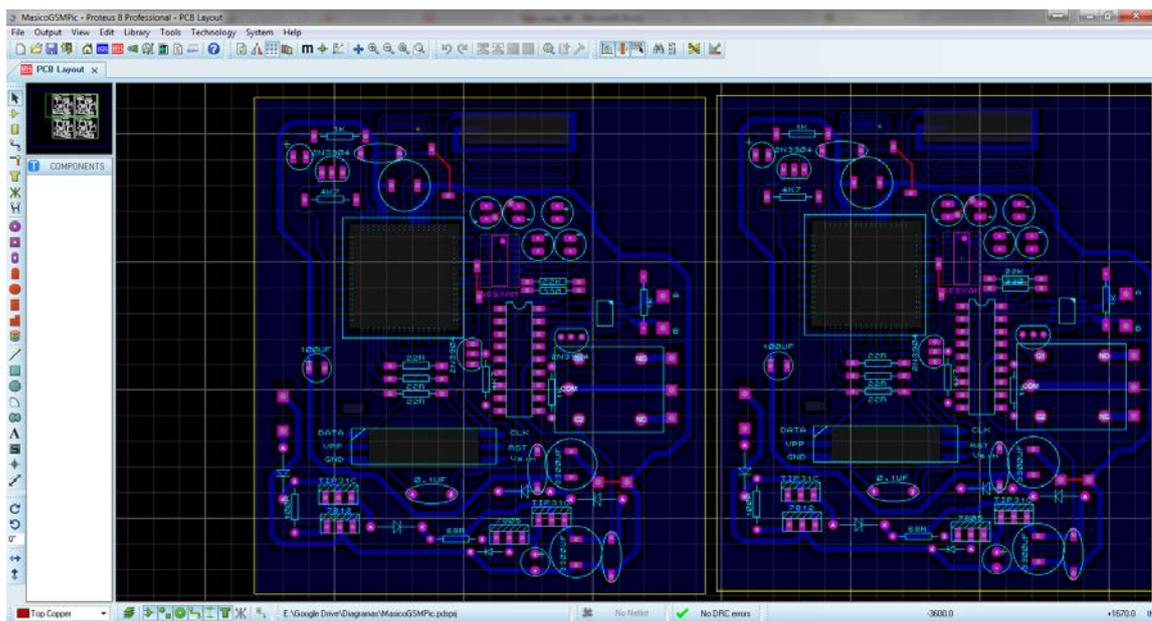
Una vez diseñado en ISIS el esquema electrónico, se genera automáticamente la lista de redes (NETLIST). Una red es un grupo de pines interconectados entre sí y la lista de

redes es una lista con todas las redes que forman nuestro diseño. ARES es capaz de recibir esta lista de redes para diseñar, a partir de ella, nuestra placa de circuito impreso. De esta forma se asegura que la placa tendrá unidos entre sí los pines de forma idéntica a como se ha definido en el esquema electrónico.

Cualquier modificación que realicemos en el esquema, podrá ser reenviado desde ISIS a ARES donde aparecerán resaltados los cambios que se hayan producido. De esta forma la modificación y rediseño de la placa se realizará de forma mucho más simple y segura.

Al igual que ISIS era capaz de enviar su listas de redes a programas de terceras partes, también ARES es capaz de importar listas de redes procedentes de otros programas que utilicen los formatos estándar Tango o Multiwire.

Ares es una herramienta que facilita la realización de los más complejos diseños de circuitos impresos gracias a su utilización de una base de datos de redes de alta resolución de 32 bits. Con esta técnica se posibilita la colocación de elementos con una resolución lineal de 10 nanómetros en placas de circuito impreso de hasta 20m.



**2Figura 4.8:** Software Ares  
**Fuente:** El Investigador

Además, cualquier componente puede ser rotado con una resolución angular de 0,1 grados. Por todo ello, Ares es una herramienta ideal para realizar placas con trazados de pistas de altísima densidad. [39]

#### **4.7. Diseño y Construcción del Circuito de Medición.**

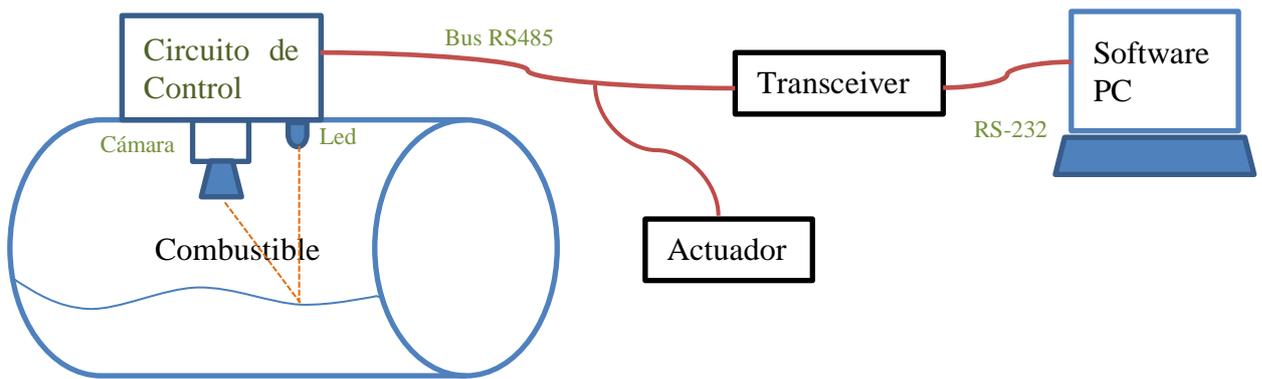
A continuación se describirán los pasos necesarios para realizar el sistema de medición, lo que implica que necesitaremos el diseño de un circuito electrónico, así como de un software que se encargue del procesamiento y del almacenamiento de los datos que se reciban de la cámara y del circuito de control para así poder tomar decisiones en función del dato recibido.

También cabe destacar la importancia de generar una fórmula matemática en función de los elementos que intervienen en la medición del nivel de combustibles, para de esta forma tratar de llegar en lo posible al valor más cercano a la realidad, ya que el mismo puede ser afectado por la generación de olas en el tanque así como también se ha detectado la presencia de espuma que se genera cuando se carga el tanque de reserva, lo que también impide que se pueda realizar una medición.

En lo referente al software es muy necesario ya que el encargado de tomar los datos que envía la cámara en tramas de bytes que oscilan entre 7000 y 30000 bytes, por lo cual se hace necesario el uso una computadora, que pueda procesar estos datos, a su vez poder guardarlos con la finalidad de tener un registro tanto del historial de consumo así como de su carga de combustible.

##### **4.7.1. Diseño del Sistema de Medición.**

En la figura 4.9 se puede apreciar en forma esquemática los diferentes elementos que intervienen en el sistema de medición de nivel, además se puede apreciar la forma como están interconectados entre sí los diferentes elementos electrónicos.



**Figura 4.9:** Diseño del Sistema de Medición de Nivel de Combustible  
**Fuente:** El Investigador

A continuación se describirá de mejor manera el contenido general relacionado al proyecto:

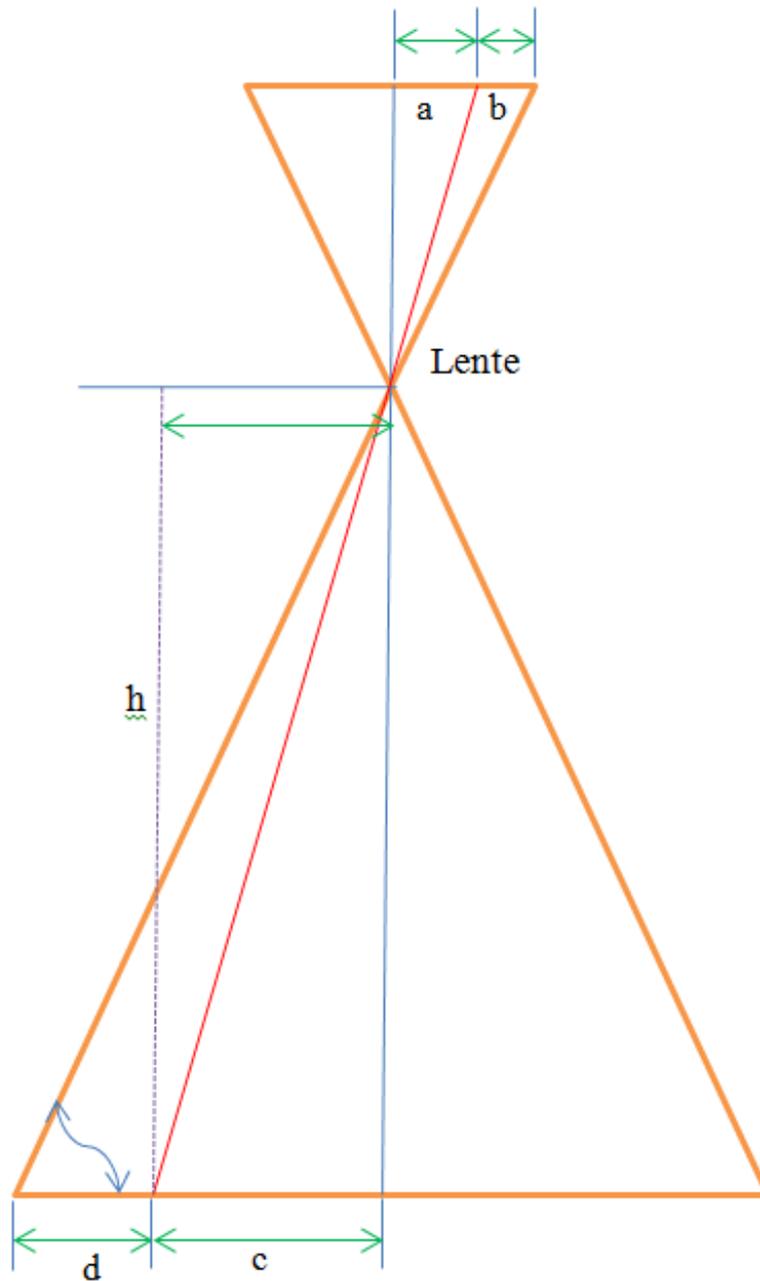
Para la medición de combustible se ha decidido utilizar una cámara, la cual se encuentra en la parte superior del contenedor, la misma que captará el reflejo producido por un led infrarrojo también situado en la superior del tanque. Se puede observar que existe un circuito de control que es el encargado de realizar una interfaz con la computadora además tiene la función de controlar una luz interna y el estado del led. Para la transmisión de datos se utiliza la comunicación RS-485, por su inmunidad al ruido y transmisión a largas distancias, muy utilizada en transmisiones industriales. También como se utiliza una red RS-485 podemos conectar varios dispositivos más a la red, pudiendo soportar hasta un total de 32 dispositivos.

Luego en la computadora es donde se procesará y se almacenará los datos, para su posterior tabulación, así como tener la posibilidad de tomar mediciones en tiempo real. Debido a la gran cantidad de datos que se tiene que almacenar se ha decidido utilizar la base de datos MySQL por excelentes prestaciones al trabajar con grandes volúmenes de información.

- **Fundamento Matemático de la Medición.**

A continuación se realizará una explicación acerca de la forma que se realiza la medida utilizando una cámara tanto gráficamente y también utilizando ecuaciones. El gráfico

4.10 que indica la geometría utilizada para calcular la altura que se encuentra la cámara en función del líquido que se desea medir.



**Figura 4.10:** Geometría de Medición

**Fuente:** El Investigador

Primero nos enfocaremos a visualizar las constantes, que en este caso son dos los datos conocidos "c" que nos dice la distancia que se encuentra en función del centro del lente de la cámara y el ángulo de visión que tiene la cámara que en este caso es de  $90^\circ$ . Ahora

lo vamos a ver la relación que existe en las variables presentes para poder calcular “h” que es la variable que nos interesa.

Como se puede apreciar en la figura 4.8 se tiene la suma de los segmentos  $a$  y  $b$  que representan el sensor óptico donde se registra la imagen, como se desconoce su medida en longitud en el sistema métrico se lo relaciona en función del número de pixeles. En cambio el segmento  $c$  es la distancia a la cual se encuentra el led desde el centro, siendo esta distancia siempre constante independiente de la altura  $h$ , convirtiéndose a la vez en el primer dato que se conoce.

Ahora de acuerdo a la figura 4.8 se puede deducir la siguiente relación:

$$\frac{d}{c} = \frac{b}{a}$$

Ecuación: 1

Ahora podemos relacionar los catetos y lo que nos interesa encontrar es la suma de “d+c” que correspondería al cateteo adyacente del triángulo, como se conoce el ángulo de apertura de cámara que en este caso sería  $\theta/2$  lo que necesitamos calcular es “h”, para ello podemos utilizar la función tangente, quedando de esta forma la ecuación. Pero primero debemos calcular el valor de “d”

Despejando de la ecuación [4.1] queda:

$$d = \frac{b*c}{a} \quad [4.1]$$

Ahora la variable  $b$ , da el programa al momento de tomar una foto

$$Altura=h \quad [4.2]$$

$$Base=c+d \quad [4.3]$$

$$\tan \theta = altura/base \quad [4.4]$$

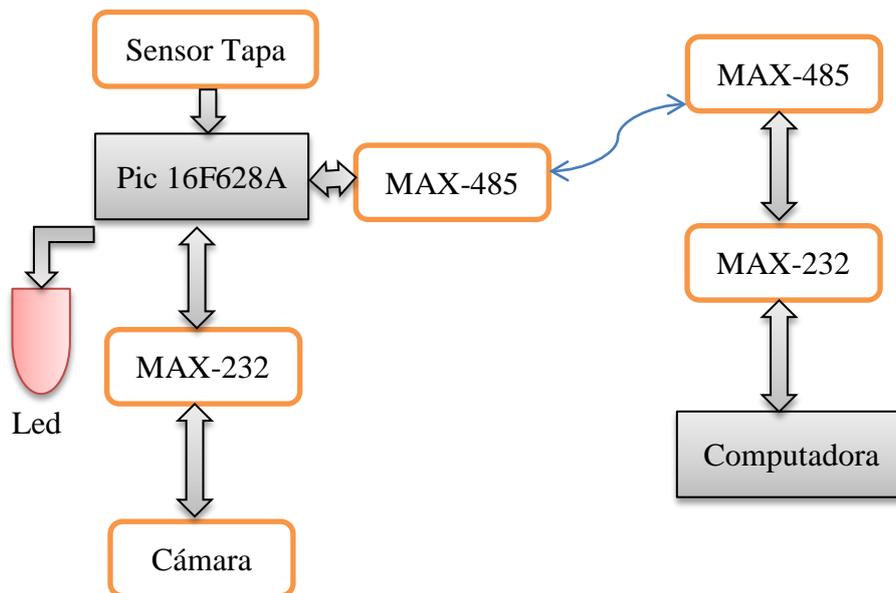
$$Altura = base * \tan \theta \quad [4.5]$$

#### 4.7.2. Diseño y Construcción del Circuito.

Se toma en consideración algunas características necesarias para el diseño del circuito entre ellos tiene que ser lo más pequeño y simple en lo posible para que pueda caber en el tubo de medición del tanque, no debe tener un alto consumo de corriente para que de esta forma poder evitar la creación de una chispa que resultaría fatal, también se debe tomar en consideración los reglamentos que la ARCH dispone para este tipo de conexiones. Además el circuito debe ser capaz de pasar prendido ininterrumpidamente.

Para el diseño y creación del circuito se va a citar las funciones que realizarán cada una de ellas para un control óptimo tanto de las partes electrónicas y del software que se encargará de procesar los datos.

A continuación se describe de mejor manera en la figura 4.11 las funciones que tienen que desempeñar cada uno de ellos.



**Figura 4.11:** Diseño esquemático del sistema.

**Fuente:** El Investigador.

El circuito consta de dos partes, el primero se encarga de realizar la conversión de señal de medios de comunicación entre RS-485 y RS-232.

El segundo circuito que consta de un microcontrolador pic 16F628A que es el encargado de recibir las instrucciones que le envía el programa y de esta manera poder realizar un proceso o avisar o de un evento, los mismos que se describen a continuación:

- Posee de una entrada para un sensor ya sea magnético o de movimiento.
- El pic 16F628A realiza la función de control general siendo el primero en leer las tramas que envía la computadora y realizar la petición del programa.
- El circuito trabaja con una tensión entre los 8V y 15V.
- La corriente de consumo media es de 200mA.
- Posee puertos de conexión RJ11, facilitando de mejor manera su conexión.

En la comunicación de datos se enviarán tramas las cuales se describen de la siguiente manera.

La trama consta de 1 byte de inicio, siempre será el número 0, en la segunda posición tenemos el número de bytes que me llegan desde la computadora, después tenemos el id del dispositivo que puede ir de 1 hasta 255, seguidamente tenemos el comando que debe ser ejecutado por el microcontrolador. Podemos ver de forma más detallado en la figura 4.12.

0	N	Id	C	byte	...	...	...	...	...
---	---	----	---	------	-----	-----	-----	-----	-----

**Figura 4.12:** Trama de Recepción desde la computadora

**Fuente:** El investigador.

0 = Byte de inicio

N = Número total de bytes transmitidos

Id = Es número de identificación del dispositivo

C = Comando que el microcontrolador debe ejecutar

El pic 16F628A responderá cada vez que este reciba una trama con la única excepción cuando la trama que se recibió sea para la cámara entonces una vez enviado la trama hacia la cámara esta responderá inmediatamente sin la necesidad de que tenga

intervención el microcontrolador. En la figura 4.13 se observa la respuesta que envía el microcontrolador hacia la computadora.

0	N	Id	C	byte	...	...	...	...	...
---	---	----	---	------	-----	-----	-----	-----	-----

**Figura 4.13:** Trama de Recepción desde la computadora

**Fuente:** El investigador.

Prácticamente es la misma trama que se realizó en el envío de datos desde la computadora, la utilidad de esta trama radica en verificar que los datos llegaron correctamente hacia el microcontrolador, en caso de que el pic no entendiera la trama o llegara con fallos la transmisión se devolverá la trama con un mensaje de error el cual se visualizará en la posición donde esta designado el comando y el byte (C='E').

- **Diagrama de flujo.**

A continuación se describe la forma en el que el microcontrolador trabaja, para lo cual se explica algunos de los requerimientos para un buen funcionamiento del proyecto. Dado que la cámara posee un puerto de comunicación RS-232 se lo pudo conectar directamente a la computadora, pero se tiene algunos inconvenientes tales como la distancia que se transmitirá los datos y la comunicación RS-232 solo se puede transmitir distancias medias comprendidas en decenas de metros, dependiendo del tipo de cable que se utilice, además usa 3 líneas de cable para su comunicación. Otro inconveniente es que la cámara no posee de una dirección de red propia, por lo cual resulta imposible conectar más de una cámara al puerto serial.

Con estas dificultades se decide implementar un circuito de control el cual se encargará de gestionar la dirección de red y la transmisión a largas distancias que en teoría puede llegar a más de 1Km con la utilización de la comunicación de voltaje diferencial comúnmente conocida como MAX-485, el cual tiene muchas ventajas tales como solo se usa 2 líneas de cable para la transmisión y recepción, se puede conectar hasta 32 dispositivos en el bus de datos, se utiliza en entornos industriales por su inmunidad al ruido electromagnético.

El microcontrolador se encargará de recibir las tramas en envía la computadora, recibiendo todos los dispositivos conectados al mismo tiempo pero solo responderá aquel que coincida con su dirección de red, además se encarga de gestionar el paso de la comunicación RS-232 a MAX-485.

Para el diseño del diagrama de flujo se tomará en cuenta la siguiente simbología a utilizarse:

M = Lee memoria de estado

F = Estado que se le cambiara al foco

L = Estado del led

R = Reenvía trama

P = puerto del pic 16F628A

V(n) = vector de datos

INT = Interrupción USART

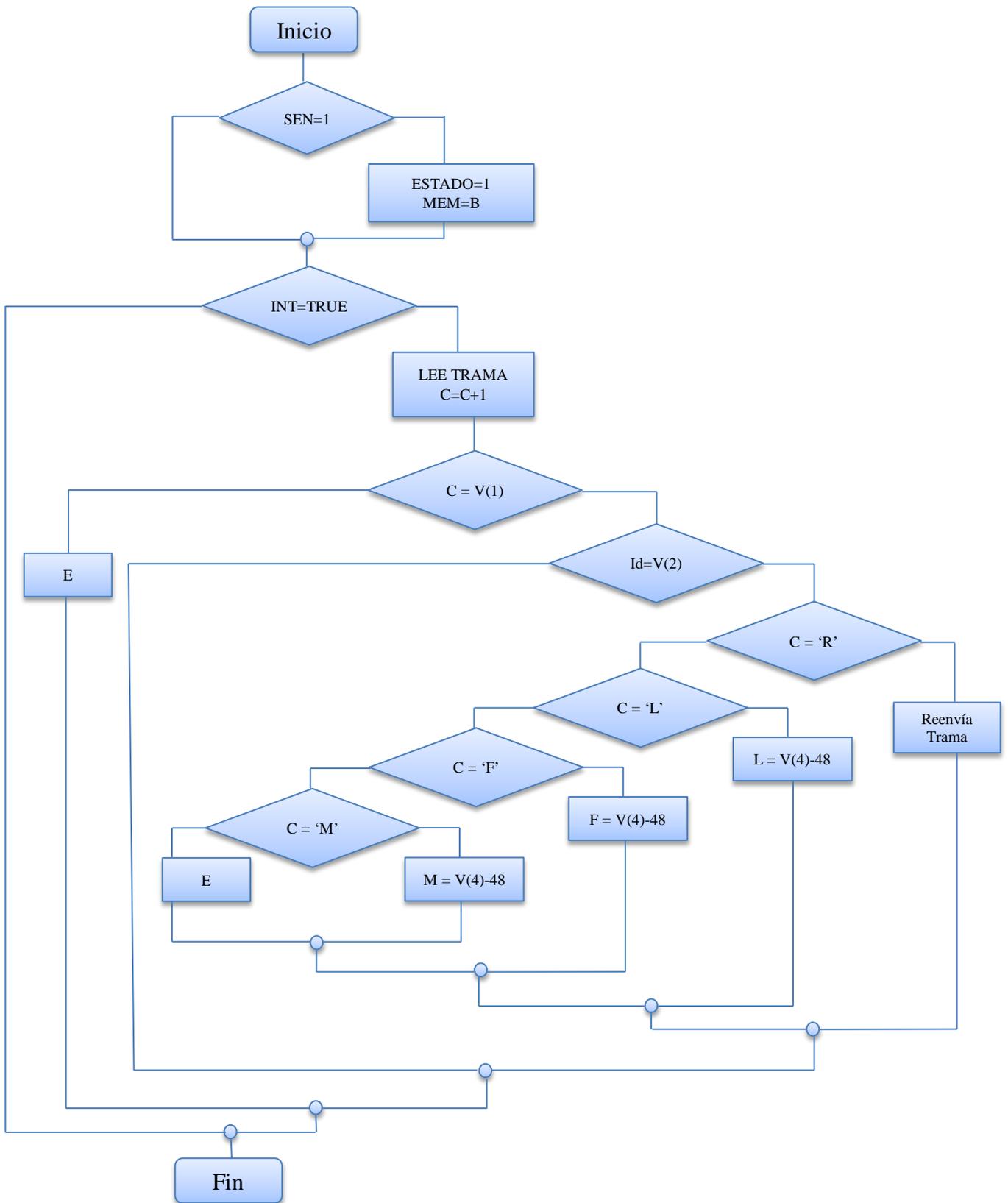
SEN = Sensor de entrada hacia el microcontrolador

E = Error

B = bit de estado del sensor

Id = Byte identificador del dispositivo

C = Cantidad de bytes que se transmite



**Figura 4.14:** Diagrama de Flujo del Microcontrolador  
**Fuente:** El Investigador

El microcontrolador al recibir una trama y cuando coincide con su dirección de red dependiendo de la función que se le pide desde el computador se encarga de reenviar datos a la cámara las cuales son tanto de configuración de la cámara así como de la adquisición de imágenes. A continuación se puede visualizar los comandos que se utilizan en la tabla 4.8, las cuales se encuentran en formato hexadecimal.

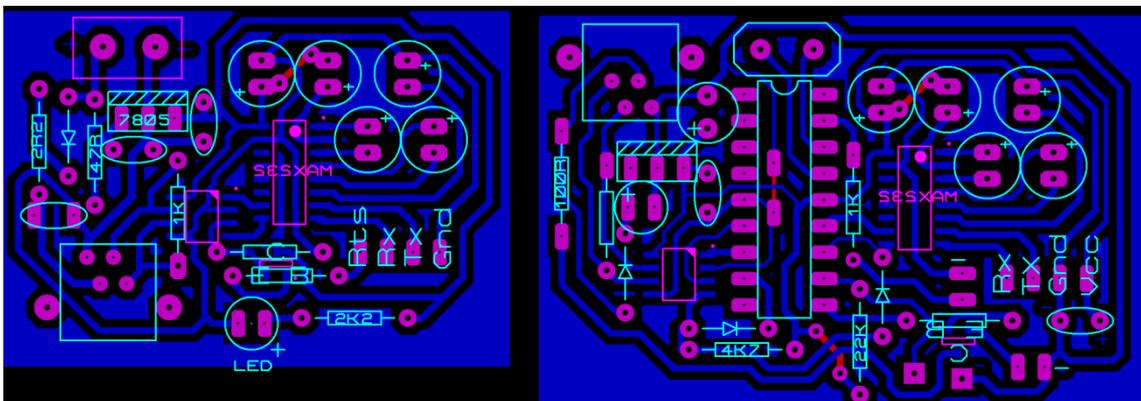
**Tabla 4.8:** Comandos Cámara Serial.

No.	Command	Command ID	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4
1	Initial	AA01h	00h	Color Setting	Preview Resolution	JPEG Resolution
2	Get Picture	AA04h	Get Setting	00h	00h	00h
3	Snapshot	AA05h	Snapshot Setting	Skip Frame (low byte)	Skip Frame (high byte)	00h
4	Set Package Size	AA06h	08h	Package Size (low byte)	Package Size (high byte)	00h
5	Set Baud-rate	AA07h	1 <sup>st</sup> Divider	2 <sup>nd</sup> Divider	00h	00h
6	Reset	AA08h	Reset Setting	00h	00h	xxh
7	Power Down	AA09h	00h	00h	00h	00h
8	Data	AA0Ah	Date Type	Length-byte 0	Length-byte 1	Length-byte 2
9	SNYC	AA0Dh	00h	00h	00h	00h
10	ACK	AA0Eh	Command ID	ACK counter	Package ID Byte 0	Package ID Byte 1
11	NAK	AA0Fh	00h	NAK counter	Error Number	00h

**Fuente:** AIDEVISION

- **Construcción del Circuito**

Para el diseño de la placa se utilizó el programa Ares, el cual tiene muchas características necesarias para poder realizar un grabado de calidad en el cobre de la baquelita a construirse. La figura 4.15 indica el diseño final del circuito impreso.



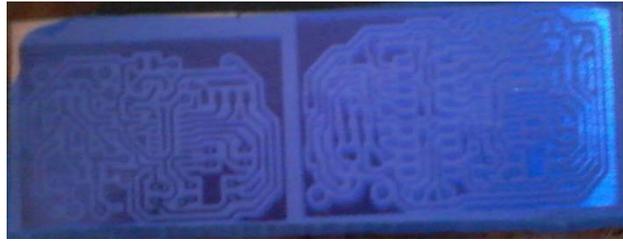
**Figura 4.15:** Esquema del Circuito

**Fuente:** El Investigador

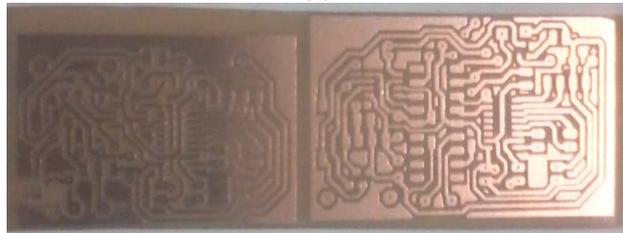
Para el diseño del circuito se utilizó la siguiente lista de materiales.

- 1 Cámara con Comunicación USART
- 1 Pic 16F628A
- 2 Integrados MAX-485
- 2 Integrados MAX-232
- 2 Reguladores de voltaje 7805
- 4 Capacitores 0.1 uF cerámico
- 2 Capacitores 100 uF 16V electrolítico
- 8 Capacitores 10 uF 16V electrolítico
- 2 Capacitores 220 uf 16V electrolítico
- 2 Diodos 1N4148
- 2 Diodos 1N4007
- 2 Transistores NPN 2N3904
- 1 Resistencia 2R2
- 1 Resistencia de 47R
- 2 Resistencias de 1K
- 3 Resistencias de 4k7
- 2 Resistencias de 22K
- 1 Oscilador de cristal de 20MHz
- 2 Conectores RJ-11 macho y hembra
- 2 Zócalos de 18 pines

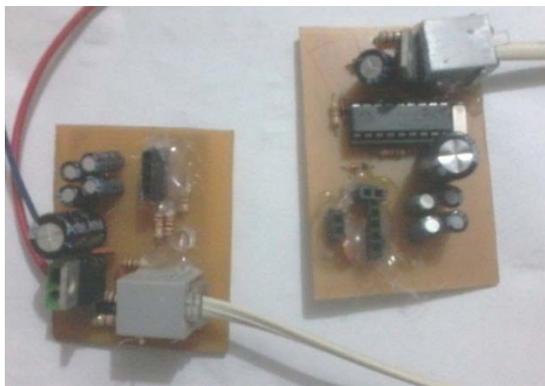
Una vez terminado el diseño del circuito en el software Ares y contando con la lista de materiales que se emplearan en la construcción del circuito, se procede a fabricar la placa, para lo cual se utilizará un aplaca de cobre virgen, laminas fotosensibles para obtener un excelente acabado tal como se muestra en la figura 4.16. Donde se muestra las diferentes etapas del proceso de construcción del circuito.



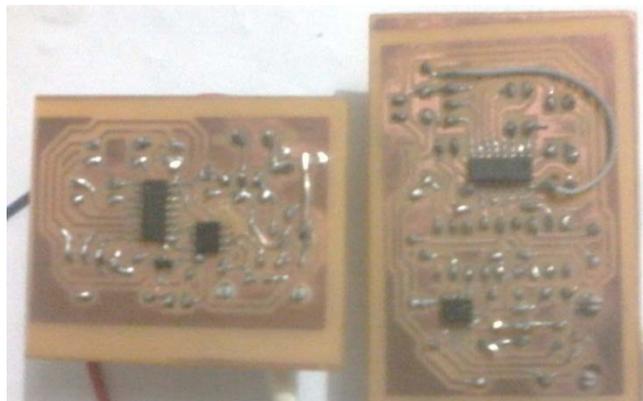
(a)



(b)



(c)



(d)

**3Figura 4.16:** Etapas de fabricación del circuito  
**Fuente:** El Investigador

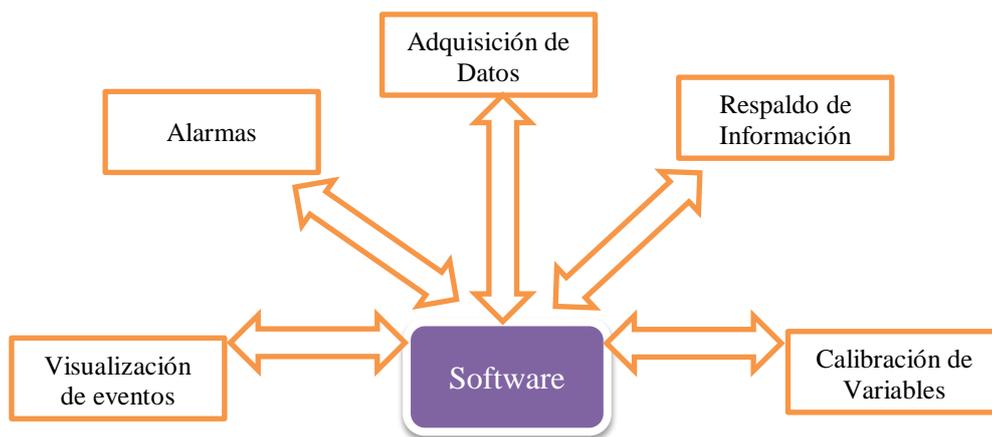
### **4.7.3. Diseño del Software de Control y Adquisición de Datos.**

Para el diseño del software se utilizó el compilador Visual Studio 2012 Express, el mismo que es un software libre para aplicaciones que no requiere el tratamiento de grandes volúmenes de datos.

El programa siempre estará en primer plano pues en el sistema viene hacer el control master, ya que de este sale todas las órdenes tanto para la medida de nivel, así como la generación de alarmas en función de los datos recibidos

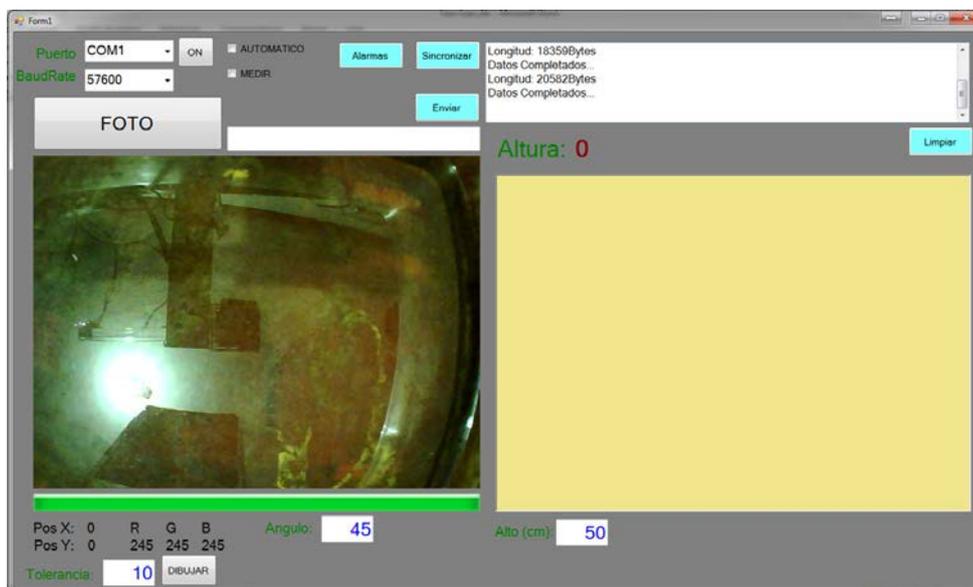
El software consta de los siguientes subconjuntos de órdenes necesarios para su ejecución tal como se muestra en la figura 4.17

- **Características**
  - Configuración de Cámara
  - Adquisición de fotografía
  - Calculo de posición del reflejo del infrarrojo
  - Adquisición automática de datos
  - Detección y Configuración del puerto USART
  - Ajuste de parámetros necesarios para el cálculo de nivel
  - Visualización de eventos de comunicación entre el software y el circuito
  - Visualización del nivel en forma textual gráfica
  - Calibración de los parámetros de los eventos
  - Activación de eventos
  - Respaldo de información



**Figura 4.17:** Diagrama de bloques del Software  
**Fuente:** El investigador

El software es amigable con el usuario, debido a que su diseño es netamente gráfico, no requiere de comandos especiales para su utilización.



**Figura 4.18:** Pantalla Principal del Software  
**Fuente:** El Investigador



**Figura 4.19:** Pantalla de configuración de Eventos  
**Fuente:** El Investigador

A continuación se explicarán los algoritmos y detalles más importantes que el programa necesita en los cálculos.

### **Configuración de la Cámara.**

Para la configuración de la cámara se utiliza una trama de bytes las cuales nos dice que tipo de foto va a tomar, además del tamaño y la resolución de foto.

AA 04 07 00 00 00 Configuramos la resolución a 640\*480 pixeles.

AA 05 01 00 00 00 Comando que se utiliza para tomar una foto.

AA 07 1F 01 00 00 Se pone el baud rate a 57600 bits/seg.

### **Adquisición de datos.**

Cuando se envía una trama pidiendo que tome una foto, la cámara devuelve una cadena de bytes cuyo tamaño oscila dependiendo de la foto, mientras más patrones de colores y formas posea tenderá a ser la longitud de los bytes de mayor tamaño. Como estos datos están ya comprimidos se traslada a un vector en visual el mismo que una vez terminada es insertada en una función la cual vuelve a generar la fotografía realizando el proceso de descompresión. La función es la siguiente.

```
Public Sub CargaImagen(ByRef NewImage As Image, ByVal ByteArr() As Byte)
    Dim ImageStream As MemoryStream
    Try
        If ByteArr.GetUpperBound(0) > 0 Then
            ImageStream = New MemoryStream(ByteArr)
            NewImage = Image.FromStream(ImageStream)
            Me.pbcamara.Image = NewImage
        Else
```

```

        NewImage = Nothing
    End If
Catch ex As Exception
    NewImage = Nothing
End Try
End Sub

```

Como se puede observar en la función se carga la imagen en el picture box de nombre 'pbcamara'

Para la búsqueda del reflejo del infrarrojo en la fotografía se utiliza el siguiente algoritmo, el mismo que necesitamos para ubicar el punto central de la imagen y de esta forma obtener las coordenadas tanto en X como Y. Antes de empezar a buscar el centro del reflejo, por defecto tenemos una característica específica del color que debe poseer el pixel que se está buscando en la imagen, también el pixel puede tener una desviación del 10% de su valor que se encuentra asignado por defecto.

R = 245, valor en byte para el color rojo

G = 245, valor en byte para el color verde

B = 245, valor en verde para el color azul

Lo que el software ahora realiza una búsqueda de pixeles que coincidan con los valores asignados para R,G,B cuando se reconoce uno se le asigna a la primera variable en posición x, y, como se puede apreciar se encontrarán cuatro puntos que serán los máximos tanto en 'x' como en 'y' a estos punto se les encontrará el valor medió, pues el tamaño del reflejo del led variará en función de la altura. También para mejor representación gráfica se dibuja un plano de coordenadas con un punto que indica cuál es el centro que se calculó y se utiliza para los cálculos posteriores, con unas simple funciones podemos realizar estas líneas y puntos.

```
Me.pbcamara.CreateGraphics.FillEllipse(Brushes.Red, d - 1, c - 1, 3, 3)
```

Esta función nos dibuja una elipse de color rojo cuyas coordenadas son (d-1) y (c-1) con un radio de 3 pixeles.

```

Me.pbcamara.CreateGraphics.DrawLine(Pens.BlueViolet, 0, 239, 680, 239)
Me.pbcamara.CreateGraphics.DrawLine(Pens.BlueViolet, 319, 0, 319, 480)
Me.pbcamara.CreateGraphics.DrawLine(Pens.Yellow, df1, df2, 319, df2)

```

También se observa las funciones que se encargan de dibujar líneas en el gráfico.

VARIABLES UTILIZADAS EN EL DIAGRAMA DE FLUJO:

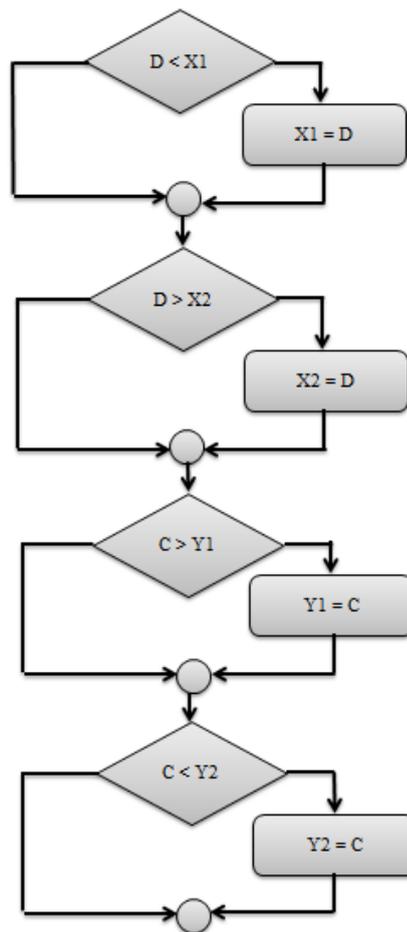
D = Posición del pixel en horizontal

C = Posición del pixel en vertical

X1, X2 = Puntos extremos de la medida resultante en posición horizontal

Y1, Y2 = Puntos extremos de la medida resultante en posición vertical

CX, CY = Promedio resultante de las medidas en tanto horizontal como vertical.



**Figura 4.20:** Diagrama de flujo coordenadas X, Y

**Fuente:** El Investigador

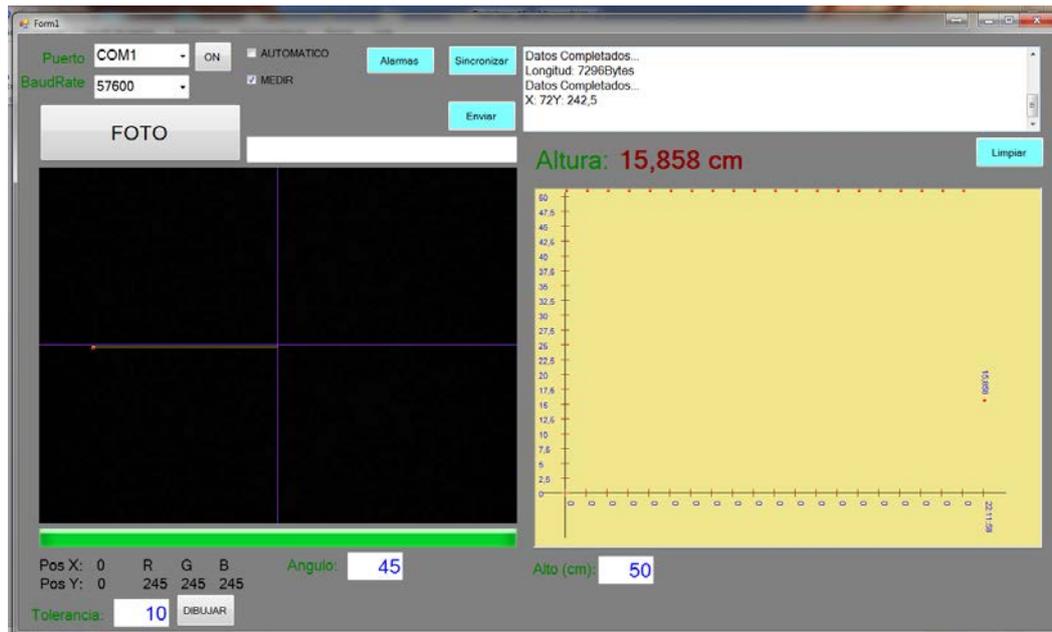
Una vez encontrado el centro se procede a realizar el cálculo de la altura que se encuentra la cámara en función del movimiento horizontal que tiene el reflejo del led infrarrojo en el líquido, para lo cual se han utilizado las fórmulas que se

explicaron anteriormente. En la figura 4.20 se puede apreciar de mejor manera la forma en que es obtenida una medida. También se puede observar la codificación que se utiliza para encontrar el reflejo del led.

```

For c = 0 To yy - 1 'Step 2
For d = 0 To xx - 1 'Step 2
p = bmp.GetPixel(d, c).R
da = p + (tol * 255) / 100
db = p - (tol * 255) / 100
If (_r <= da) Then ' And (_r >= db)
p = bmp.GetPixel(d, c).G
da = p + (tol * 255) / 100
db = p - (tol * 255) / 100
If (_g <= da) Then 'And (_g >= db)
p = bmp.GetPixel(d, c).B
da = p + (tol * 255) / 100
db = p - (tol * 255) / 100
If (_b <= da) Then 'And (_b >= db)
Me.pbcamara.CreateGraphics.FillEllipse(Brushes.Red,d-1,c-1,3, 3)
If d < x1 Then
x1 = d
End If
If d > x2 Then
x2 = d
End If
If c > y1 Then
y1 = c
End If
If c < y2 Then
y2 = c
End If
End If
End If
End If
Next
Next

```



**Figura 4.21:** Pantalla tomando una medición de altura  
**Fuente:** El Investigador

Como se puede apreciar en el gráfico 4.21 el lugar donde va la foto se ve una pantalla negra, pues lo ideal para realizar una correcta medición radica en no tener una fuente de luz así de esta manera solo se podrá ver el reflejo del led infrarrojo en la pantalla. La línea amarilla en la foto indica la distancia que se encuentra del centro, mientras más grande sea la línea amarilla indica que la cámara se encuentra más cercana al líquido, es la variable principal que se necesita para realizar un buen cálculo.

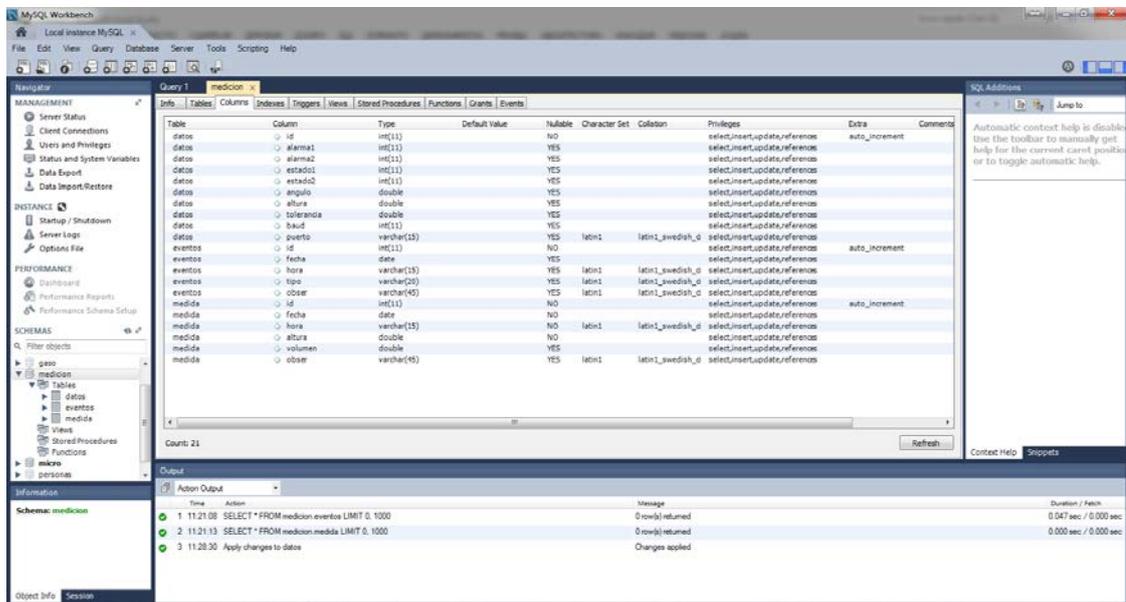
Mientras se vayan adquiriendo los datos se desplazarán por la gráfica de posiciones con la referencia de la hora y la altura para cada uno de ellos. Adicionalmente todos los datos receptados se van guardando en una base de datos creada en MySQL.

- **Base de datos MySQL**

La base de datos MySQL, es una de las bases de datos más utilizadas en el mundo por su gran desempeño, además de su velocidad, también como referencia se puede almacenar una gran cantidad de información sin perder velocidad al momento de realizar una

consulta, puesto a que está diseñada en C, puede ser interpretada no solo por diferentes programas sino además por otros sistemas operativos, otra variante es que está disponible en versión gratuita, pero recientemente fue adquirida por Oracle lo que ya para entornos empresariales tiene un costo, pero para la aplicación que se desarrolló no se requiere de una licencia de pago.

Para el almacenamiento de datos se creó una base de datos en MySQL con el nombre medición, la cual registra 3 tablas la una de control con el nombre eventos, es donde se guardara cualquier evento que ocurra, la otra tabla se denomina medida es donde registra todas la medidas obtenida por la cámara y por último la tabla datos en esta tabla se registran todos los datos además de configuraciones necesarias para el buen funcionamiento del software. Tal como se muestra en la figura 4.22



**Figura 4.22:** Base de datos MySQL  
Fuente: El investigador

#### 4.8. Ajustes del Sistema y Pruebas de Funcionamiento.

Una vez terminado el sistema se procede a realizar las pruebas necesarias para verificar su correcto funcionamiento, demostrando de esta manera que es posible realizar una medida de nivel utilizando una cámara y un led infrarrojo además de poseer una gran precisión de medida siempre y cuando se reúnan las condiciones adecuadas.

Se puede observar además que su instalación es relativamente fácil, pues no requiere de muchas conexiones solo necesitamos un cable de 4 hilos los mismos que dos son de alimentación y los otros dos de datos, con la facilidad de alcanzar distancias de hasta 1 Km lo que es muy favorable para poder llegar con los datos hasta el ordenador donde se procederá a la tabulación de datos.

#### 4.8.1. Calibración y Ajustes del Sistema de Medición.

Después de obtener las primeras medidas se puede notar que existe errores apreciables al momento de comparar entre la medición que nos da la cámara y la medición con un flexo metro tal como se muestra en la tabla 4.9

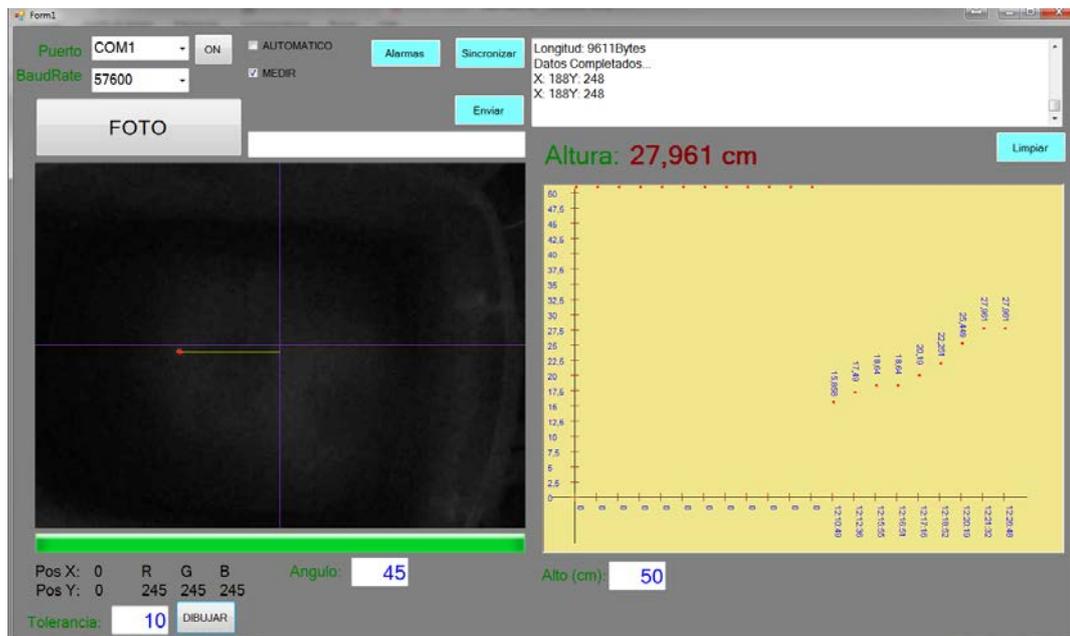
**Tabla 4.9:** Comparación de datos medidos.

<b>Número</b>	<b>Cámara (cm)</b>	<b>Flexo metro(cm)</b>
1	15.858	14
2	17.49	16.2
3	18.64	17.4
4	20.19	19
5	22.251	21.6
6	25.449	26
7	27.961	28.8

**Fuente:** El Investigador

Como se puede apreciar en la tabla existe una falla clara en el sistema de medición, después de una breve inspección se pudo determinar la causa, la cual radica en la posición que se encontraba la cámara al momento de tomar la foto no estaba ajustada horizontalmente con respecto al líquido lo que hace que varíe la medida tal como se muestra en la figura 4.23 se puede notar una desviación del punto de reflejo con

respecto a la horizontal. Por lo tanto para un correcto funcionamiento se debe poner la cámara totalmente horizontal para evitar errores en la medición.



**Figura 4.23:** Mediciones tomadas por la cámara  
Fuente: El Investigador

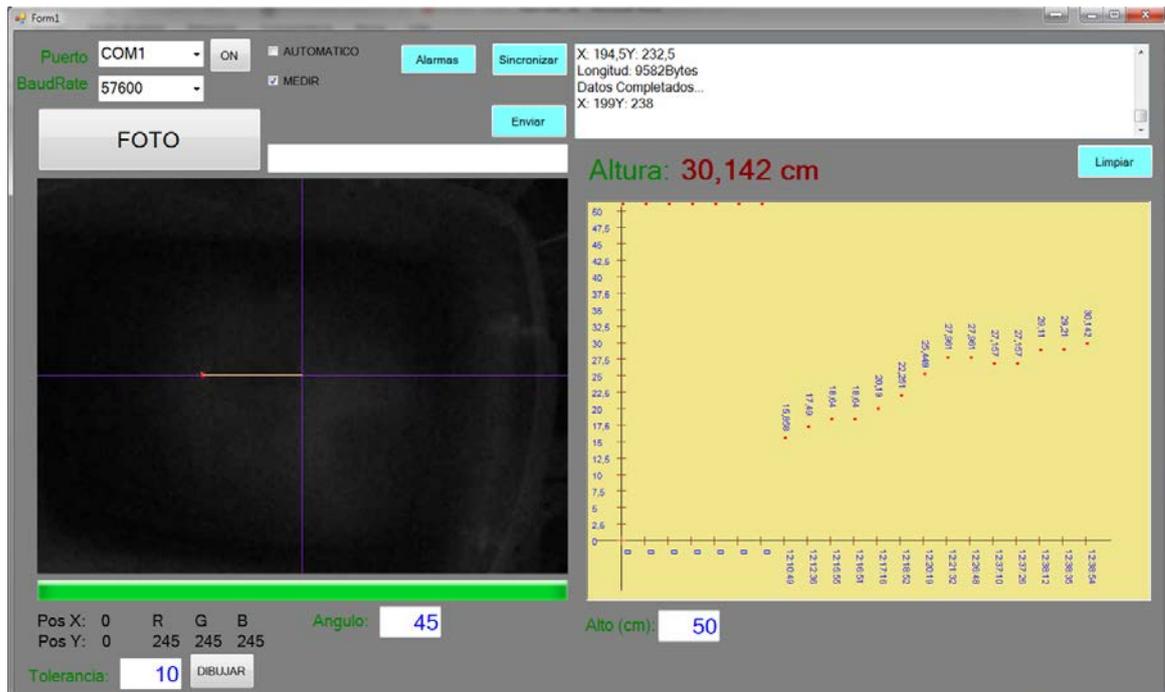
#### 4.8.2. Análisis y Pruebas de Funcionamiento.

Después de realizar las correcciones necesarias se realizó una nueva medida con la finalidad de comprobar si error estaba causado por la falta de posición horizontal y se tomó una nueva medida tanto de la cámara y la medición manual con el flexo metro quedando los siguientes resultados.

Cámara = 30.142 cm

Flexo metro = 30.1 cm

De lo que se puede concluir incluso visualmente en el gráfico 4.24 que ahora la línea amarilla se encuentra justo en el centro del plano horizontal.



**Figura 4.24:** Medición corregida tomadas por la cámara  
**Fuente:** El Investigador

También se debe tomar en cuenta que cuando en el líquido existe la presencia de olas las medidas no serán las correctas esto en general se dan cuando se está cargando combustible del tanquero a los tanques reservorios, otro problema que también causa esto es la generación de espuma lo que prácticamente hace imposible la medición pues no existe un reflejo del led infrarrojo para que la cámara pueda realizar una medida.

#### 4.9. Análisis Final de Costos.

Para la elaboración del proyecto se necesitó de los siguientes materiales con sus respectivo costo que se detalla a continuación en la tabla 4.10

**Tabla 4.10:** Costos de materiales electrónicos.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor del Rubro (USD)
1	Cámara RS232	c/u	1	50.00	50.00
2	Pic 16F628A	c/u	1	3.5	3.50
3	Max-232	c/u	2	2.50	5.00
4	Max-485	c/u	2	3	6.00
5	Resistencias	c/u	10	0.05	0.50
6	Capacitor Electrolítico	c/u	12	0.25	3.00
7	Capacitor Cerámico	c/u	6	0.15	0.90
8	Conectores RJ-11	c/u	4	0.25	1.00
9	Regulador 7805	c/u	2	1.50	3.00
10	Baquelita	c/u	2	0.50	1.00
11	Cable FTP	metros	30	1.50	45.00
12	Tubería metálica	metros	25	3	75.00
				<b>Total:</b>	<b>193.90</b>

**Fuente:** El Investigador

**Tabla 4.11:** Costo comercial del Software y Servicios Profesionales.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor del Rubro (USD)
1	Software Monitoreo de Nivel	c/u	1	1200.00	1200.00
2	Instalación	horas	12	120.00	120.00
3	Capacitación	horas	10	100.00	100.00
4	Movilización y Viáticos	c/u	1	150.00	150.00
				<b>Total:</b>	<b>1570.00</b>

**Fuente:** El Investigador

El costo total del proyecto incluyendo materiales además de Software e implementación tiene un total de \$ **1763,90** dólares.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Si se considera el mercado, se puede notar que no existe muchas empresas que brinden el servicio de medición de nivel de combustible debido a que los sensores que se utilizan son de costes elevados y un tanto escasos, por esta razón se decidió crear una nueva tecnología para el propósito señalado anteriormente, con precio razonable con el objetivo de que pueda ser accesible a las empresas que necesiten el servicio.
- Se pudo desarrollar un sistema mediante la utilización de una cámara CMOS convencional con transmisión de datos RS-232 y un led infrarrojo para la medición de depósitos de combustibles con la finalidad de abaratar costos, además de su fácil instalación en un tanque de almacenamiento de combustible.
- El uso de imágenes permitió calcular el nivel de combustible con una resolución aceptable que oscila entre  $\pm 3\text{mm}$ , aproximadamente, que en comparación con otros sistemas de medición resulta igual o en algunos casos con una mejor resolución. Y con un consumo de potencia media de  $0.75\text{W}$ .
- Al utilizar un software de monitoreo constante se puede estar alerta en función de parámetros como en este caso es el nivel de combustible, para de esta manera poder alertar en caso de unos límites máximos o mínimos, los mismos que pueden causar daños en la bomba de sección por falta de combustible.

## 5.2. Recomendaciones

- Incentivar el desarrollo e investigación de nuevas tecnologías para la medición de niveles de combustible, para de esta manera poder ofrecer un producto de calidad, accesible a los consumidores ayudando de esta manera tener un mejor control de sus reservas de combustibles o líquidos.
- En el caso de necesitar una mejor resolución en la medida para mejorar la precisión con la que se mide se puede considerar una cámara con mayor resolución de esta forma aumentaría la cantidad de pixeles que se tiene que comparar, también se puede aumentar otro led infrarrojo con lo cual obtendríamos una medida adicional para poder promediar el valor de la medida.
- Se debe considerar que la cámara debe estar exactamente horizontal con respecto al combustible, pues cualquier desviación o inclinación de la cámara derivara en una medida inexacta al momento de realizar los cálculos en el software, el error será mucho más apreciable mientras el combustible este en su mínimo nivel.
- Realizar las pruebas necesarias verificando en especial cual es el promedio de disminución de nivel de combustible para de esta manera calibrar el intervalo de tiempo entre medida y medida para que el sistema generar una oportuna alarma o corte de corriente en la bomba de succión.

## BIBLIOGRAFÍA O REFERENCIAS

- [1] J. Ureña, “Repositorio UTA - Diseño de un sistema de adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la empresa Petrocomercial Terminal Ambato”, Enero 2007. [En línea]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/283>.
- [2] E. Cuzme, “Repositorio UTA - Sistema de monitoreo remoto utilizando la herramienta gráfica Laview para tanques de almacenamiento de combustible”, Mayo 2010. [En línea]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/158>.
- [3] J. Pérez, “Repositorio UTA - Reconocimiento de placas vehiculares mediante procesamiento de imágenes para optimizar el acceso a los parqueaderos de la UTA, Campus Huachi”, Junio 2014. [En línea]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/7792>.
- [4] P. Gómez, “Repositorio ESPE - Sistema de Supervisión para los tanques de almacenamiento del terminal el Beaterio de Petrocomercial.”, Diciembre 2005. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/809/1/T-ESPE-027557.pdf>.
- [5] M. Tápia, “Repositorio ESPEL - Estudio e implementación de un sistema HMI/SCADA para el prototipo de un control de nivel de una Estación Surtidora de gasolina”, 2005. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3442/1/T-ESPEL-0123.pdf>.
- [6] Archivo PDF, “Medición de Nivel”. [En línea]. Disponible en: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oscaror/CursosDictados/web%20instrumentacion%20industrial/1%20transductores%20para%20procesos%20industriales/libro%20pdf/CAP%203%20Medicion\\_nivel\\_2009\\_n.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oscaror/CursosDictados/web%20instrumentacion%20industrial/1%20transductores%20para%20procesos%20industriales/libro%20pdf/CAP%203%20Medicion_nivel_2009_n.pdf).
- [7] [www.monografias.com](http://www.monografias.com), “Medición y control del nivel de líquido un sistema Scada”. (Enero 2013). [En línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos99/medicion-y-control-del-nivel-liquido-sistema-scada/medicion-y-control-del-nivel-liquido-sistema-scada.shtml#ixzz3dn3dZSuc>.

- [8] <http://fuel-level.com/>, “Sensor de nivel del combustible EPSILON ES”. [En línea]. Disponible en: <http://fuel-level.com/es/sobre-nosotros/37-epsilon-description/61-epsilon-general.html?showall=1>.
- [9] Archivo PDF, “Medición de Nivel”. [En línea] Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7609/material/S0303MedicionNivel1.pdf>.
- [10] Archivo PDF, “Medición de nivel en estanques de combustible con radar de pulso de alta precisión.” (Enero 2006). [En línea]. Disponible en: <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/enero-06.pdf>.
- [11] T. Wayne, SISTEMAS DE COMUNICACIONES ELECTRÓNICAS, Cuarta Edición, 2003, pp 2.
- [12] J. Tocci, SISTEMAS DIGITALES, “Principios y Aplicaciones”, Octava Edición, 2003, pp 16.
- [13] DISCA, “Fundamentos redes de comunicación.” (Abril 2015). [En línea]. Disponible en: [http://www.disca.upv.es/aperles/asignatures/sii12164/materials/fundamentos\\_redes\\_de\\_comunicaciones.pdf](http://www.disca.upv.es/aperles/asignatures/sii12164/materials/fundamentos_redes_de_comunicaciones.pdf).
- [14] NI, “NATIONAL INSTRUMENTS”. (Junio 2006). [En línea]. Disponible en: <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>
- [15] P. Mariño, Las Comunicaciones En La Empresa, “Normas, Redes y Servicios”, 2ª Edición, 2003, pp 56.
- [16] P. Valdés, MICROCONTROLADORES, “Fundamentos y aplicaciones con PIC”, Editorial MARCOMBO 1ª Edición, 2007, pp 29.
- [17] Matthew MacDonald. ASP.NET in VB 2008, 2007, ch. 1”Visual Studio”, pp 16.
- [18] L. Casillas, “BASE DE DATOS EN MYSQL”, (En línea). Disponible en: [http://ocw.uoc.edu/computer-science-technology-and-multimedia/bases-de-datos/bases-de-datos/P06\\_M2109\\_02151.pdf](http://ocw.uoc.edu/computer-science-technology-and-multimedia/bases-de-datos/bases-de-datos/P06_M2109_02151.pdf)

- [19] W. Kernighan, “El Lenguaje de Programación en C”, Editorial PRENTICE-HALL, 1ª Edición, 1991, pp3.
- [20] M. Domínguez, “SISTEMA PARA COMPRESIÓN DE IMÁGENES EN MATLAB”. (Mayo 2004). (En línea), Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lem/molina\\_d\\_ef/capitulo1.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/molina_d_ef/capitulo1.pdf)
- [21] A. Ibarra, “TRANSFORMADA COSENO DISCRETA”. (En línea). Disponible en: [https://maixx.files.wordpress.com/2012/10/cap12\\_dct\\_v01\\_01\\_03.pdf](https://maixx.files.wordpress.com/2012/10/cap12_dct_v01_01_03.pdf)
- [22] XinRay Opto-electronic Tech. CO.,LTD, “3 MEGA PIXELS HD MINI CAMERA MODULE”. (En línea). Disponible en: <http://www.aliexpress.com/item/Free-shipping-3-3-5V-10mm-3-Mega-Pixels-HD-Mini-Camera-Module-Model-Airplane-Commercial/769238452.html>
- [23] 3C Mall Center, “BLUE OV7670 300KP VGA CAMERA MODULE FOR ARDUINO”. (En línea). Disponible en: <http://www.aliexpress.com/item/Guaranteed-New-1Pcs-Blue-OV7670-300KP-VGA-Camera-Module-for-Arduino-Free-Shipping/2000688664.html>
- [24] Hongbo Electronics Co., Ltd., “IP CAMERA 1080P 2MP 1920\*1080 SECURITY WATERPROOF FULL-HD NETWORK CCTV”. (En línea). Disponible en: [http://www.aliexpress.com/item/IP-Camera-1080P-2MP-1920-1080-Security-Waterproof-Full-HD-Network-CCTV-Camera-Support-Phone-Android/32284107674.html?spm=2114.031010208.3.30.ZWRLa7&ws\\_ab\\_test=201556\\_1,201527\\_2\\_71\\_72\\_73\\_74\\_75,201560\\_4](http://www.aliexpress.com/item/IP-Camera-1080P-2MP-1920-1080-Security-Waterproof-Full-HD-Network-CCTV-Camera-Support-Phone-Android/32284107674.html?spm=2114.031010208.3.30.ZWRLa7&ws_ab_test=201556_1,201527_2_71_72_73_74_75,201560_4)
- [25] Aidevision Store, “UART RS232 JPEG serial port camera module OV528”. (En línea). Disponible en: <http://www.aliexpress.com/item/UART-RS232-JPEG-serial-port-camera-module-OV528-communication-protocol-SPI-camera/1716307824.html>
- [26] TopMys Industrial Limited, “SERIAL PORT CAMERA MODULE TM-S403”. (En Línea). Disponible en: <http://www.aliexpress.com/item/JPEG-Color-Camera-Infrared-RS-232-Serial-Port-Camera-Module-TM-E403-Full-Source-Program-Free/750878272.html>

- [27] Lianchao Future Technology Co.,Ltd, “JPEG SERIAL CAMERA MODULE WITH VIDEO”. (En Línea). Disponible en: <http://www.aliexpress.com/item/RS232-UART-RS485-JPEG-Serial-Camera-Module-with-Video/2003264893.html>
- [28] Shenzhen FG Technology Co., Ltd, “SERIAL PORT CAMERA MODULE XR-CP1”. (En Línea). Disponible en: <http://www.aliexpress.com/item/Wholesale-JPEG-Color-Camera-Infrared-232-Serial-Port-Camera-Module-XR-CP1-Full-Source-Program-SDK/1818726076.html>
- [29] Atmel, “MICROCONTROLLERS (MCUS) SELECTOR”, (En línea). Disponible en: <http://www.atmel.com/v2pfresults.aspx>
- [30] Freescale, “MICROCONTROLLER”, (En línea). Disponible en: <http://www.freescale.com/products/more-processors/8-bit-mcus/hc11-legacy/microcontroller:68HC711E20?fsrch=1&sr=1&pageNum=1>
- [31] The CPUSHack, “INTEL MICROCONTROLLER FAMILIES”, (2005), (En línea). Disponible en: <http://www.cpushack.com/IntelMicrocontrollers.html>
- [32] Microchip, “MICROCONTROLLERS (MCUS) AND DSPIC® DIGITAL SIGNAL CONTROLLERS (DSCS)”, (En línea). Disponible en: <http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/products/picmicrocontrollers>
- [33] Wordpress, “DEFINICIÓN DE PUERTO USB”, (2008). (En línea). Disponible en: <http://definicion.de/puerto-usb/>
- [34] Maxim, “RS-485/RS-422 TRANSCEIVERS”. (En línea). Disponible en: <http://ecee.colorado.edu/~mcclurel/max485ds.pdf>
- [35] Kaushik Basak Chowdhury, “INTERFACING SERIAL JPEG CAMERA MODULE”, (En línea). Disponible en: [http://www.openhardwarehub.com/assets/projects/files/170/Interfacing\\_Serial\\_JPEG\\_Camera\\_Module\\_with\\_Computer\\_using\\_Zigbee\\_pair.pdf?1389762463](http://www.openhardwarehub.com/assets/projects/files/170/Interfacing_Serial_JPEG_Camera_Module_with_Computer_using_Zigbee_pair.pdf?1389762463)
- [36] Algarreyrochtorr, “FUNCIONAMIENTO DEL PIC 16F628A”. (Abril 2011). (En línea). Disponible en: <http://proyectoaula-pic16f628a.blogspot.com/>

[37] A. Cánovas, “MANUAL DE USUARIO DEL COMPILADOR PCW DE CCS”, 1ª. Edición, pp 6.

[38] Microsoft, “VISUAL STUDIO EXPRESS 2012 PARA ESCRITORIO DE WINDOWS”. (En línea). Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=34673>

[39] Hubor-Proteus, “¿QUÉ ES ARES?”. (Noviembre 2011). (En línea). Disponible en: <http://hubor-proteus.com/proteus-pcb/ares.htm>

## **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **Manual de Instalación.**

Primero observaremos mediante una foto la forma de medición que tenía la gasolinera y por qué se decidió la instalación de sistema automático de medición. Como se puede observar se utiliza una varilla graduada en centímetros que es introducida en el tanque obteniendo de esta manera el nivel de combustible, cabe recalcar que nunca se obtiene la misma medida si volvemos a introducir la varilla, por lo que deciden considerar la medida más baja que indique de un total de 3 mediciones.



A continuación se detallará los pasos que se tiene que seguir para poder realizar la instalación de la parte electrónica en los tanques de combustible que se desea medir.

Para la instalación de la cámara y el led infrarrojo debe ir en la parte superior del tanque, se escogió además la parte central, porque está más alejada de las bombas tanto de succión así como de los tubos de abastecimiento que se encuentran en el lado opuesto, en esta parte se considera exista menos olas provocadas por las bombas además de la espuma que se provoca en el tanque lo que evitaría que se realice una medida del nivel.



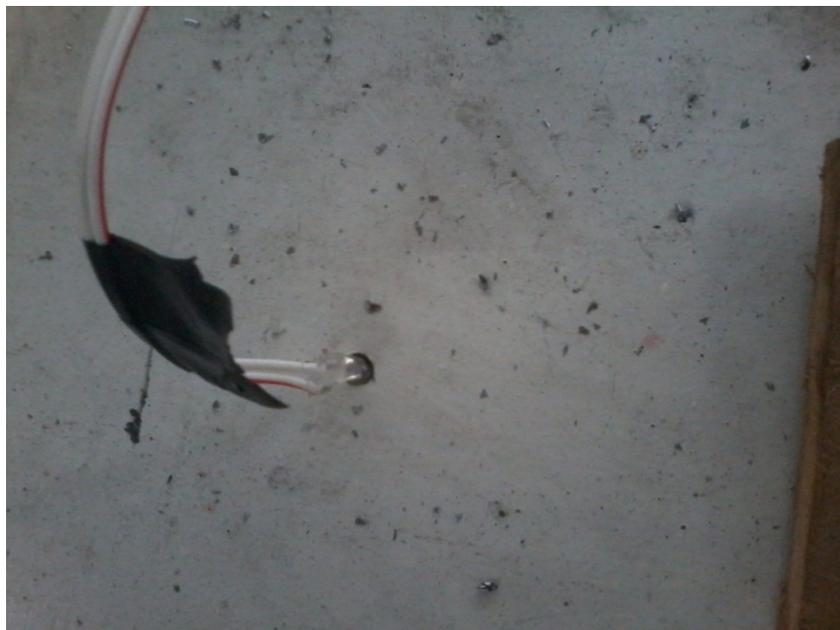
Para la instalación se utilizó un taladro manual, ya que por ser una parte que se encuentra con gases inflamables no se puede utilizar ningún instrumento eléctrico o que cause alguna chispa, porque podría resultar fatal.

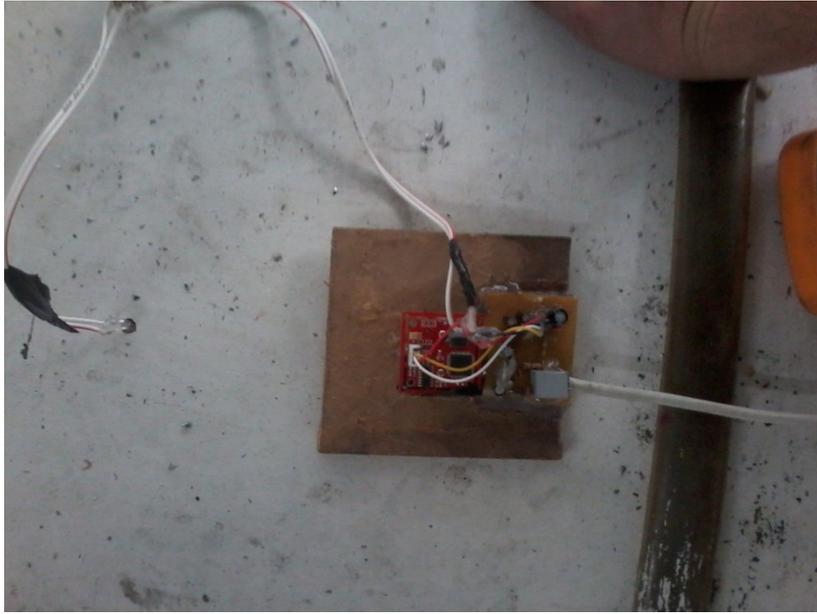


Una vez que se tiene la perforación de los dos agujeros, uno para el lente de la cámara y el otro para el led cuya distancia es de 15 cm, esta longitud necesitamos para poder realizar los cálculos de nivel. Ahora se procede a la instalación del circuito y del led infrarrojo.

Como se puede observar en las siguientes fotos se puede apreciar la forma en la que va el circuito en el tanque aunque para su colocación se necesitó de una calibración lo más precisa posible al momento de dejarle horizontal la cámara, pues debe estar lo más horizontal posible caso contrario tendremos fallas al momento de realizar las medidas.

Además se puede apreciar el cable de comunicación de datos y transmisión posee de socket para su conexión o desconexión, muy importante en caso de reemplazar el circuito o cualquier manipulación a futuro.

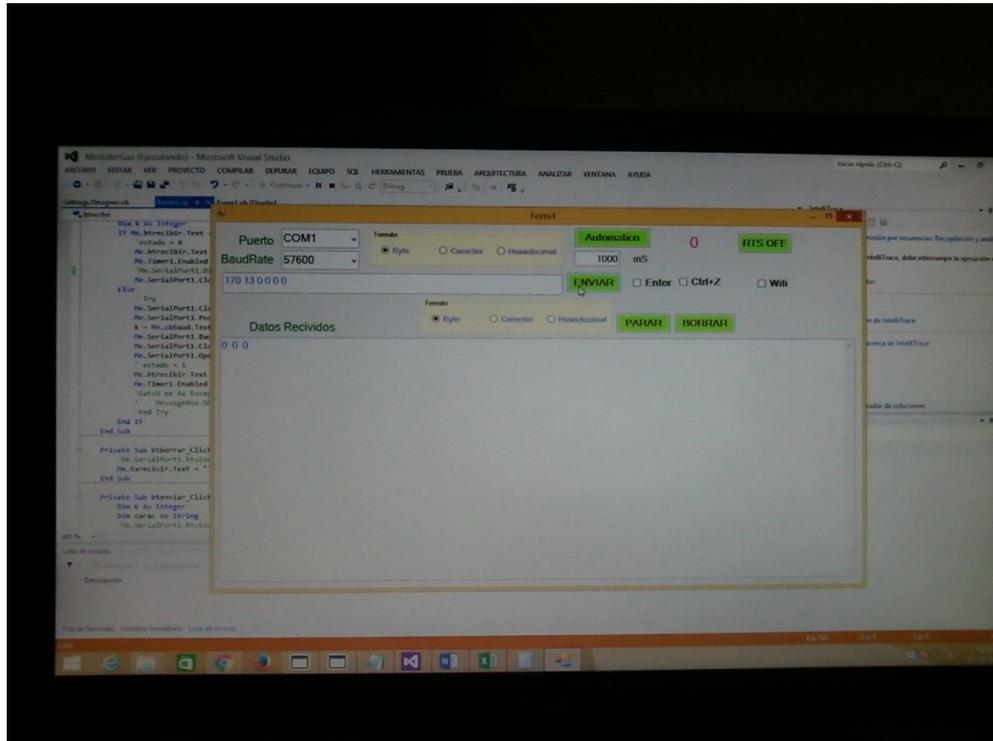




Ahora se procede a pasar el cable para que tenga una comunicación con la computadora que será la encargada de realizar el monitoreo del nivel de combustible.



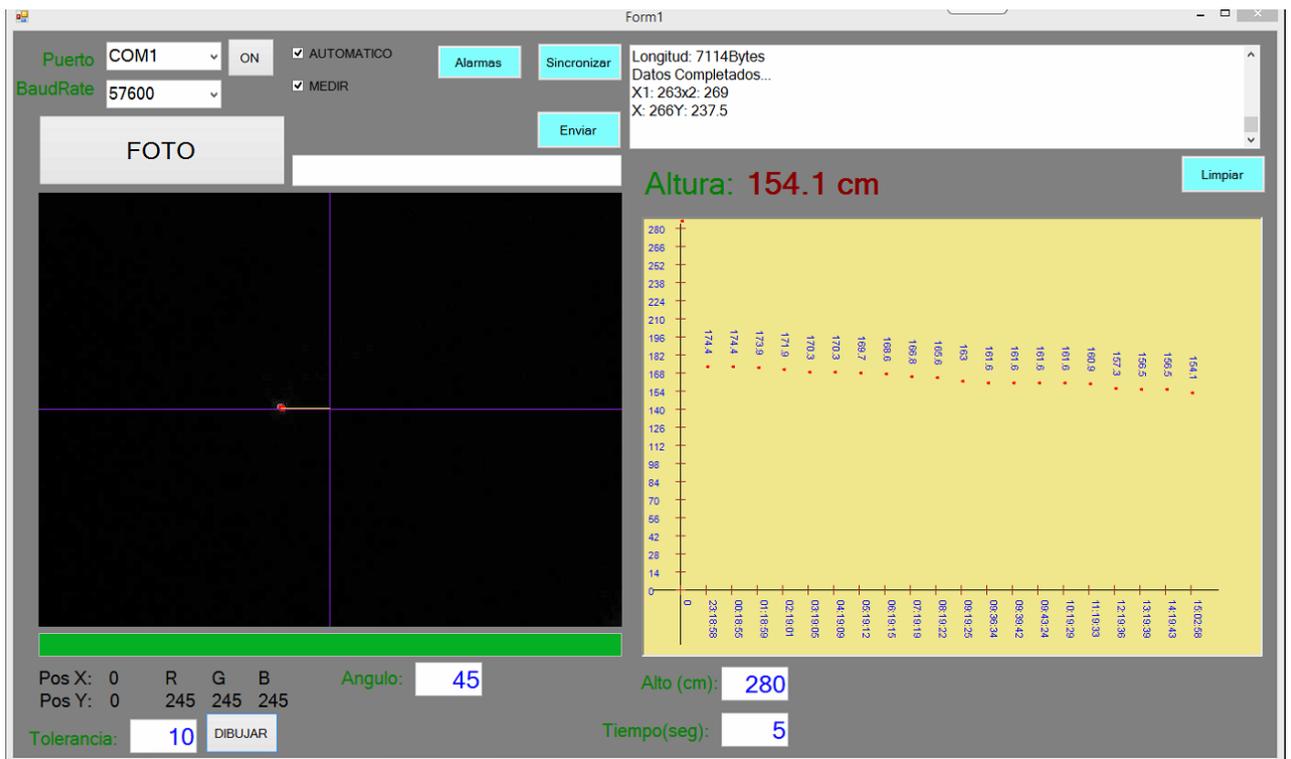
Una vez terminado se procede a verificar si tenemos respuesta con la cámara que se encuentra instalada en el tanque de combustible.



Ya que se puede verificar que existe una conexión y una buena transmisión de datos se procede a instalar el sistema de monitoreo en la computadora.



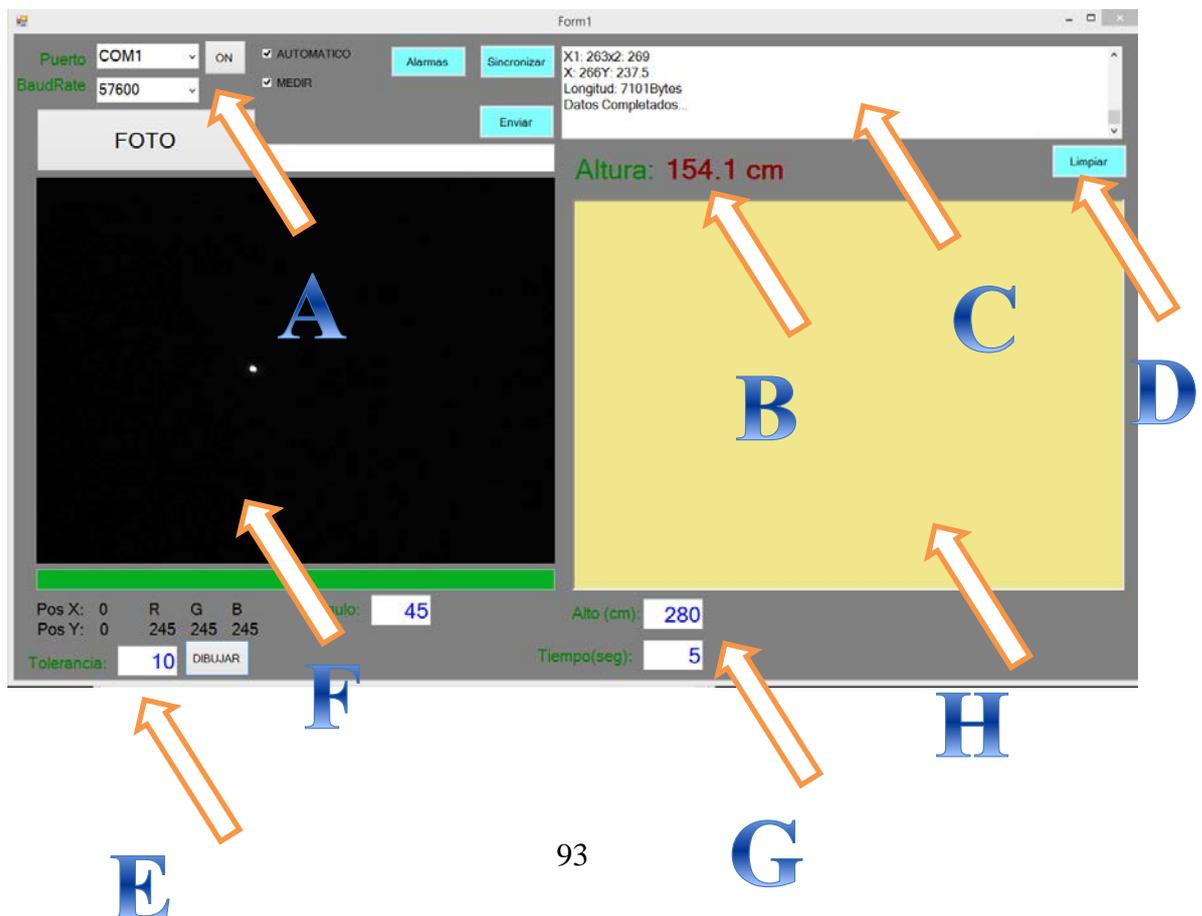
En el siguiente gráfico se puede observar el monitoreo en un lapso de tiempo de aproximadamente 15 horas. Demostrando de esta manera la fiabilidad de utilizar una cámara para poder medir el nivel.



## ANEXO B

### Manual de Funcionamiento del Software.

El software consta principalmente de una interfaz de usuario para poder modificar los parámetros iniciales con los cuales requiere un óptimo funcionamiento como se puede citar el tiempo de muestreo los niveles máximos y mínimos a para que se ejecute ya sea un aviso o la activación de actuadores.



**Literal A.**

En esta parte del programa se puede configura el puerto de comunicación serial así como la velocidad a que va a trabajar.

**Literal B.**

En esta etiqueta se puede ver la última lectura del nivel de combustible que se tomo.

**Literal C.**

Es un cuadro de texto donde se va almacenando todos los eventos que suceden dándonos información de conexiones y mediciones de pixeles, para en caso de algún error poderlo detectar con mayor facilidad.

**Literal D.**

Este botón limpiara el texto de mensajes.

**Literal E.**

En este cuadro de texto insertamos la tolerancia que tendrá el programa al momento de realizar una comparación de pixeles.

**Literal F.**

Es el cuadro donde se visualiza la foto que es tomada por la cámara, en este caso cuando se toma una foto solo se puede ver el reflejo del led infrarrojo sobre el combustible. También en este cuadro es donde el programa empieza a realizar una comparación de pixeles para determinar el punto donde se está produciendo el reflejo del led considerando su posición en pixeles.

### **Literal G.**

Aquí tenemos la configuración tanto de la altura máxima de referencia del plano cartesiano donde se representará el nivel de combustible así como también el tiempo que se tomara una muestra, la cual está representada en segundos.

### **Literal H.**

En este cuadro se ira representando las medidas y tiempos que se han tomado en función de la configuración previamente introducida en el programa.

Además de estos literales tenemos los siguientes botones tanto de configuración, como de funcionamiento.

### **Botón ON.**

Este se encarga de prender o apagar la comunicación serial, es muy importante porque hay casos en los que otro programa requiere utilizar este puerto.

### **Botón Alarmas.**

Aquí ponemos los valores máximos y mínimos que debe tener el tanque de combustible, caso contrario se genera un aviso a alarma a las personas que se encuentran despachando.

### **Botón Sincronizar.**

Este lo utilizamos en caso de que la cámara no responda las peticiones de la computadora, volviéndole a reconfigurar la cámara de acuerdo a los parámetros que necesita el software.

### **Botón Enviar.**

Se utiliza en combinación con el cuadro de texto adjunto para el envío de cadenas especiales hacia la cámara, generalmente son para configuraciones de la misma.

## ANEXO C

### Códigos de Programación.

#### Programación Visual 2012.

```
Imports System.Drawing.Imaging
Imports System.IO
Imports System.Drawing
Public Class Form1
    Dim vecto1 As Integer
    Dim vector(1000) As String
    Dim vector2(1000) As Byte
    Dim datos(100000) As Integer
    Dim cuenta As Integer = 0
    Dim nueva As Integer = 0
    Dim dat(10) As Integer
    Dim aum As Integer = 0
    Dim fot As Integer = 0
    Dim tiempo As Integer
    Dim vecdatos(10, 10) As Integer
    Dim cuadro(100000) As Byte
    Dim m, n As Integer
    Dim j As Integer
    Dim alto As Integer
    Dim x As Integer
    Dim ini As Integer
    Dim estado As Byte
    Dim canti As Integer = 0
    Dim repe As Integer = 0
    Dim longitud As Integer
    Dim linea As Integer
    Dim barra As Integer
    Dim vec1(30) As Integer
    Dim vec2(30) As Integer
    Dim hora(30) As String
    Dim altu(30) As String
    Dim tipo As Integer
    Dim nbytes As Integer
    Dim tiempos As Integer
    Dim ton As Integer = 1000
    Dim toff As Integer = 10
    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs) Handles MyBase.Load
        Dim k As Integer = 0
        Dim puerto As String = "s/p"
        Me.SerialPort1.Encoding = System.Text.Encoding.Default
        For Each sp As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames
            Me.cbcom.Items.Add(sp)
            k = k + 1
            puerto = sp
        Next
        Me.cbcom.Text = puerto
        Me.cbbaud.Text = "57600"
    End Sub
End Class
```

```

Me.SerialPort1.PortName = Me.cbcom.Text
Me.SerialPort1.BaudRate() = Me.cbbaud.Text
Me.SerialPort1.Close()
Me.SerialPort1.Open()
cuenta = 0
dat(0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
dat(1) = Convert.ToInt32("D", 16)
dat(2) = 0
dat(3) = 0
dat(4) = 0
dat(5) = 0
pause.Enabled = False
Me.lbr.Text = 245
Me.lbg.Text = 245
Me.lbb.Text = 245
For k = 0 To 19
    vec1(k) = 0
    vec2(k) = 0
    hora(k) = "0"
    altu(k) = "0"
Next
tipo = 0
mod_conecGas()
mod_ConGas()
Me.SerialPort1.RtsEnable = True
'cargamos las configuraciones al inicio vamos a utilizar la variable
estado para poder cual es
'contando el numero de evces que se repetira el ciclo timer que en total
seran 3,
'pero primero nos aseguramos que se enlace el programa con la camara con
una advertencia cuando no se pueda enlazar
'para lo cual vamos a crear un arreglo bidimensional m=x,y=n

' Me.Timer2.Start()
'inicializa()
'envia_trama()
tiempos = 0

End Sub
Private Sub inicializa() 'matriz nos ayuda a que el programa y la camara se
sincronicen
Me.txtrecibir.AppendText("Sincronizando Camara con el Programa" + vbCrLf)
vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("0D", 16)
For k = 2 To 5
    vecdatos(0, k) = 0
Next
n = 6 'numero de veces que podria repetirse la trama hasta tener una
respuesta
m = 5
j = 0
estado = 1
alto = 6
End Sub
Private Sub configura()
Select Case n
    Case 3
        vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
        vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("1", 16)
        vecdatos(0, 2) = Convert.ToInt32("0", 16)

```

```

        vecdatos(0, 3) = Convert.ToInt32("7", 16)
        vecdatos(0, 4) = Convert.ToInt32("3", 16)
        vecdatos(0, 5) = Convert.ToInt32("7", 16)
    Case 2
        vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
        vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("6", 16)
        vecdatos(0, 2) = Convert.ToInt32("8", 16)
        vecdatos(0, 3) = Convert.ToInt32("0", 16)
        vecdatos(0, 4) = Convert.ToInt32("2", 16)
        vecdatos(0, 5) = Convert.ToInt32("0", 16)
    Case 1
        vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
        vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("5", 16)
        vecdatos(0, 2) = Convert.ToInt32("0", 16)
        vecdatos(0, 3) = Convert.ToInt32("0", 16)
        vecdatos(0, 4) = Convert.ToInt32("0", 16)
        vecdatos(0, 5) = Convert.ToInt32("0", 16)
    Case Else
        n = 0
    End Select
End Sub

Private Sub onrts()
    tiempos = 1
    Me.Timer3.Interval = ton
    Me.SerialPort1.DiscardInBuffer()
    Me.SerialPort1.DiscardOutBuffer()
    Me.SerialPort1.RtsEnable = True
    Me.Timer3.Start()
End Sub

Private Sub offrts()
    tiempos = 2
    Me.Timer3.Interval = toff
    Me.SerialPort1.DiscardInBuffer()
    Me.SerialPort1.RtsEnable = False
    Me.Timer3.Start()
End Sub

Private Sub envia_trama()
    Dim k As Integer
    Dim carac As String
    MsgBox("sen")
    For k = 0 To m
        carac = Chr(vecdatos(j, k))
        Me.txtrecibir.AppendText(Hex(vecdatos(j, k)) + " ")
        Me.SerialPort1.Write(carac)
    Next
    cuenta = 0
    nueva = 0
    If estado < 6 Then
        Me.txtrecibir.AppendText(vbCrLf + "Trama Recibida: ")
        Me.Timer1.Start()
    End If

    'aquí enviamos la trama para luego leerla, pero desactivando el timer2
End Sub

```

```

Private Sub botonoff_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
botonoff.Click
    Try
        If botonoff.Text = "OFF" Then
            Me.SerialPort1.Close()
            Me.SerialPort1.PortName = Me.cbcom.Text
            Me.SerialPort1.BaudRate() = Me.cbbaud.Text
            'Me.Timer1.Enabled = True
            Me.SerialPort1.Open()
            botonoff.Text = "ON"
        Else
            Me.Timer1.Enabled = False
            Me.SerialPort1.Close()
            botonoff.Text = "OFF"
        End If
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
    End Try

End Sub

Private Sub btenviar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
btenviar.Click
    Dim numb As Integer
    Dim carac As String
    Try
        ' Threading.Thread.Sleep(1000)
        Me.trama()
        For k = 0 To vecto1 - 1
            numb = Convert.ToInt32(vector(k), 16)
            carac = Chr(numb)
            Me.SerialPort1.Write(carac)
        Next
        alto = 512
        Timer1.Start()
        'Me.txtrecibir.AppendText(vbCrLf)
    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show("El puerto esta cerrrado")
    End Try
End Sub

Sub trama()
    Dim letra, carac As String
    Dim longitud, i, j As Integer

    letra = Me.txtenviar.Text
    longitud = letra.Length
    letra = letra.ToCharArray
    vecto1 = 0
    For i = 0 To longitud - 1
        carac = ""
        While letra(i) <> " "
            carac = carac & letra(i)
            i = i + 1
            j = 1
            If i = longitud Then
                Exit While
            End If
        End While
        End While
        If j = 1 Then

```

```

        vector(vecto1) = carac
        vecto1 += 1
    End If
    j = 0
Next
End Sub

Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles Timer1.Tick
    Dim num As Integer
    Dim dat As Integer
    'Dim carac As String
    Dim k As Integer

    num = Me.SerialPort1.BytesToRead
    If num > 0 Then
        For k = 0 To num - 1
            dat = Me.SerialPort1.ReadByte()
            'Me.txtrecibir.AppendText(Hex(dat).ToString + " ")
            vector2(cuenta) = dat
            cuenta = cuenta + 1
            If cuenta >= alto Then
                sub_estado()
            End If
        Next
        nueva = 0
    End If
    nueva = nueva + 1
    If nueva > 30 Then
        ' Me.txtrecibir.AppendText("salio" + vbCrLf)
        sub_estado()
    End If
End Sub

Private Sub sub_estado()
    Dim carac As String
    Dim k As Integer
    Me.Timer1.Enabled = False
    ' Me.txtrecibir.AppendText(vbCrLf)

    ' Me.txtrecibir.AppendText("Estado= " + estado.ToString + "n: " +
n.ToString + vbCrLf)
    nueva = 0
    If btonoff.Text = "ON" Then
        Select Case estado
            Case 1
                ' MsgBox(n)
                If cuenta > 0 Or n = 0 Then
                    estado = 0
                    If vector2(6) = 170 Then
                        'en esta parte si entro configuramos la camara
                        Me.txtrecibir.AppendText("Camara en linea" + vbCrLf)
                        estado = 2
                        n = 3
                        j = 0
                        m = 5
                        repe = 2
                        Me.txtrecibir.AppendText("Configurando...." + vbCrLf)
                        alto = 6
                        configura()
                        envia_trama()
                    End If
                End If
            End Select
        End Sub

```

```

Else
    If n = 0 Then
        Me.txtrecibir.AppendText("Camara fuera de linea"
+ vbCrLf)
        Exit Sub
    End If
    Me.txtrecibir.AppendText("esperando" + vbCrLf)
    Threading.Thread.Sleep(3000)
    n = n - 1
    alto = 12
    estado = 1
    envia_trama()
End If
Else
    n = n - 1
    alto = 12
    estado = 1
    envia_trama()
End If
Case 2
If cuenta > 0 Or repe = 0 Then
    estado = 0
    If repe > 0 Then
        n = n - 1
        If n > 0 Then
            estado = 2
            j = 0
            m = 5
            repe = 2
            alto = 6
            configura()
            envia_trama()
        Else
            estado = 0
            cuenta = 0
            Me.txtrecibir.AppendText("Camara Configurada..."
+ vbCrLf)
        End If
    Else
        estado = 0
        Me.txtrecibir.AppendText("No llego datos de la
Camara" + vbCrLf)
    End If
Else
    estado = 2
    j = 0
    m = 5
    repe = repe - 1
    alto = 6
    envia_trama()
End If
Case 3
If cuenta > 0 Or repe = 0 Then
    estado = 0
    If cuenta >= 12 Then
        'aquí calculamos el tamaño de la imagen y luego
tomamos todo los datos en hex de la imagen
        carac = Hex(vector2(10)).ToString +
Hex(vector2(9)).ToString
        '10 9
        'MsgBox(carac)
    End If
End If

```

```

        longitud = Convert.ToInt32(carac, 16)
        Me.ProgressBar1.Minimum = 0
        Me.ProgressBar1.Maximum = longitud
        ReDim cuadro(longitud)
        ' MsgBox(cuadro.GetUpperBound(0))
        linea = CInt(longitud \ 506) 'aqui salio como

ejemplo el num 36

        n = 0
        aum = 0
        Me.txtrecibir.AppendText("Longitud: " +
longitud.ToString + "Bytes" + vbCrLf)
        tipo = 1
        toma_foto()
        envia_trama()
        'MsgBox(longitud)
    Else
        estado = 0
        Me.btfoto.Enabled = True
        Me.txtrecibir.AppendText("No llego la longitud de la
foto" + vbCrLf)
    End If
Else
    estado = 3
    j = 0
    m = 5
    repe = repe - 1
    alto = 12
    envia_trama()
End If
Case 4
If cuenta > 0 Then
    Try
        For k = 4 To alto - 3
            cuadro(aum) = vector2(k)
            'Me.txtrecibir.AppendText(cuadro(aum).ToString +
" ")
            aum = aum + 1
        Next
        Me.ProgressBar1.Value = aum
    Catch ex As Exception
        Me.txtrecibir.AppendText("Error al cargar imagen... "
+ vbCrLf)
    End Try

End If
If n < linea Then
    n = n + 1
    toma_foto()
    envia_trama()
Else
    estado = 0
    CargaImagen(Me.pbcamara.Image, cuadro)
    vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
    vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("E", 16)
    vecdatos(0, 2) = Convert.ToInt32("0", 16)
    vecdatos(0, 3) = Convert.ToInt32("0", 16)
    vecdatos(0, 4) = Convert.ToInt32("F", 16)
    vecdatos(0, 5) = Convert.ToInt32("F", 16)
    m = 5
    j = 0

```

```

        alto = 6
        estado = 6
        tipo = 1
        envia_trama()
        Me.txtrecibir.AppendText("Datos Completados... " +
vbCrLf)
        Me.btfoto.Enabled = True
        Me.Timer1.Start()
        Me.Timer2.Start()
    End If
    Case Else
        ' MsgBox("entro mal")
        If cuenta > 0 Then
            'Me.txtrecibir.AppendText(vbCrLf)
            estado = 0
        End If
    End Select
    cuenta = 0
End If
End Sub

Private Sub toma_foto()
    estado = 4
    j = 0
    m = 5
    barra = 0
    If n = linea Then
        alto = longitud - linea * 506 + 6
    Else
        alto = 512
    End If
    vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
    vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("E", 16)
    vecdatos(0, 2) = Convert.ToInt32("0", 16)
    vecdatos(0, 3) = Convert.ToInt32("0", 16)
    vecdatos(0, 4) = n
    vecdatos(0, 5) = Convert.ToInt32("0", 16)

End Sub

Private Sub btfoto_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
btfoto.Click
    'Dim myBitmap As New Bitmap("C:\Users\Juan\Desktop\foto.jpg")
    'Dim g As Graphics = Graphics.FromImage(myBitmap)
    'Dim vecto(20000) As Byte

    'Image2Byte(myBitmap, vecto)

    ' CargaImagen(Me.pbcamara.Image, vecto)

    If btonoff.Text = "ON" Then
        Me.btfoto.Enabled = False
        Me.SerialPort1.DiscardInBuffer()
        tipo = 1
        sub_canti()
        envia_trama()
    Else
        MsgBox("El puerto esta cerrado")
    End If
End Sub

```

```

        End If

    End Sub

    Private Sub sub_canti()
        vecdatos(0, 0) = Convert.ToInt32("AA", 16)
        vecdatos(0, 1) = Convert.ToInt32("4", 16)
        vecdatos(0, 2) = Convert.ToInt32("1", 16)
        vecdatos(0, 3) = Convert.ToInt32("0", 16)
        vecdatos(0, 4) = Convert.ToInt32("0", 16)
        vecdatos(0, 5) = Convert.ToInt32("0", 16)
        estado = 3
        alto = 12
        j = 0
        m = 5
        repe = 2
    End Sub

    Private Sub pausa(ByVal tiempo As Integer)
        ini = tiempo
        Me.pause.Start()
        ' System.Threading.Thread.Sleep(tiempo)
    End Sub

    Private Sub sub_foto()
        Select Case fot
            Case 3
                MsgBox(fot)
            Case 2
                MsgBox(fot)
            Case 1
                MsgBox(fot)
            Case Else
                MsgBox(fot)
                fot = 0
        End Select
    End Sub

    Private Sub btlimpiar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
btlimpiar.Click
        Me.txtrecibir.Text = ""
    End Sub

    ''' <summary>
    ''' Convert a byte array to an Image
    ''' </summary>
    ''' <param name="NewImage">Image to be returned</param>
    ''' <param name="ByteArr">Contains bytes to be converted</param>
    ''' <remarks></remarks>
    Public Sub CargaImagen(ByRef NewImage As Image, ByVal ByteArr() As Byte)
        Dim ImageStream As MemoryStream

        Try
            If ByteArr.GetUpperBound(0) > 0 Then
                MsgBox(ByteArr)
                ImageStream = New MemoryStream(ByteArr)
                NewImage = Image.FromStream(ImageStream)
                ' MsgBox(ByteArr.GetUpperBound(0))
                Me.pbcamara.Image = NewImage
            End If
        End Try
    End Sub

```

```

        Else
            NewImage = Nothing
        End If
    Catch ex As Exception
        NewImage = Nothing
    End Try
    'PixelFormat = Format24bppRgb {137224}
End Sub

'Public Sub CargaImagen(ByRef NewImage As Image, ByVal ByteArr() As Byte)
'
'    Dim ImageStream As MemoryStream
'
'    Try
'        If ByteArr.GetUpperBound(0) > 0 Then
'            ImageStream = New MemoryStream(ByteArr)
'            NewImage = Image.FromStream(ImageStream)
'        Else
'            NewImage = Nothing
'        End If
'    Catch ex As Exception
'        NewImage = Nothing
'    End Try
'End Sub

''' <summary>
''' Convert an image to array of bytes
''' </summary>
''' <param name="NewImage">Image to be converted</param>
''' <param name="ByteArr">Returns bytes</param>
''' <remarks></remarks>
Public Sub Image2Byte(ByRef NewImage As Image, ByRef ByteArr() As Byte)
    Dim ImageStream As MemoryStream

    Try
        ReDim ByteArr(0)
        If NewImage IsNot Nothing Then
            ImageStream = New MemoryStream
            NewImage.Save(ImageStream, ImageFormat.Jpeg)
            ReDim ByteArr(CInt(ImageStream.Length - 1))
            ' MessageBox.Show(CInt(ImageStream.Length - 1), "Tamaño de la
imagen")

            x = CInt(ImageStream.Length - 1)
            ImageStream.Position = 0
            ImageStream.Read(ByteArr, 0, CInt(ImageStream.Length))
        End If
    Catch ex As Exception

    End Try
End Sub

Private Sub pbcamara_MouseClick(sender As Object, e As MouseEventArgs)
Handles pbcamara.MouseClick

    Dim bmp As Bitmap = Me.pbcamara.Image
    'Me.lbr.Text = bmp.GetPixel(e.X, e.Y).R
    'Me.lbg.Text = bmp.GetPixel(e.X, e.Y).G
    'Me.lbb.Text = bmp.GetPixel(e.X, e.Y).B

```

```

Me.lbr.Text = 245
Me.lbg.Text = 245
Me.lbb.Text = 245
Me.lbx.Text = e.X
Me.lby.Text = e.Y

End Sub
Dim vecdibu(1000, 1000) As Byte
Private Sub btdibujar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
btdibujar.Click
    Dim xx, yy As Integer
    Dim c, d As Integer
    Dim r, g, b As Byte
    Dim _r, _g, _b As Byte
    Dim da, db As Integer
    Dim tol, p As Integer
    Dim x1, x2, y1, y2 As Integer
    Dim cx, cy As Double
    Dim df1, df2 As Integer

    Dim bmp As Bitmap = Me.pbcamara.Image

    Try
        xx = bmp.Width
        yy = bmp.Height
        r = Me.lbr.Text
        g = Me.lbg.Text
        b = Me.lbb.Text

        cx = 0
        cy = 0
        x1 = xx
        x2 = 0
        y1 = 0
        y2 = yy

        _r = Me.lbr.Text
        _g = Me.lbg.Text
        _b = Me.lbb.Text
        ' MsgBox(xx.ToString + " " + yy.ToString + " " + tol.ToString)
        ' Exit Sub
    Try
        tol = Me.txttolerancia.Text
    Catch ex As Exception
        tol = 0
    End Try

    'e.Graphics.DrawImage(bmp, 0, 0, bmp.Width, bmp.Height)
    For c = 0 To yy - 1 'Step 2
        For d = 0 To xx - 1 'Step 2
            p = bmp.GetPixel(d, c).R
            da = p + (tol * 255) / 100
            db = p - (tol * 255) / 100
            If (_r <= da) Then ' And (_r >= db)
                p = bmp.GetPixel(d, c).G
                da = p + (tol * 255) / 100
                db = p - (tol * 255) / 100
                If (_g <= da) Then 'And (_g >= db)
                    p = bmp.GetPixel(d, c).B
                    da = p + (tol * 255) / 100

```

```

        db = p - (tol * 255) / 100
        If (_b <= da) Then 'And (_b >= db)

Me.pbcamara.CreateGraphics.FillEllipse(Brushes.Red, d - 1, c - 1, 3, 3)
        If d < x1 Then
            x1 = d
        End If
        If d > x2 Then
            x2 = d
        End If
        If c > y1 Then
            y1 = c
        End If
        If c < y2 Then
            y2 = c
        End If
    End If
End If
End If
Next
Next
' Me.txtrecibir.AppendText("X1: " + x1.ToString + "x2: " +
x2.ToString + vbCrLf)
' Me.pbcamara.CreateGraphics.FillEllipse(Brushes.Green, 319, 239, 3,
3)
Me.pbcamara.CreateGraphics.DrawLine(Pens.BlueViolet, 0, 239, 680,
239)
Me.pbcamara.CreateGraphics.DrawLine(Pens.BlueViolet, 319, 0, 319,
480)

cx = (x1 + x2) / 2
cy = (y1 + y2) / 2
dx = cx
df1 = cx
df2 = cy
Me.pbcamara.CreateGraphics.DrawLine(Pens.Yellow, df1, df2, 319, df2)
Me.txtrecibir.AppendText("X: " + cx.ToString + "Y: " + cy.ToString +
vbCrLf) '
    altura()
    'a continuación vamos a calcular la altura a que se encuentra la
cámara en función de la variable x
    Catch ex As Exception
        Exit Sub
    End Try

    ' MsgBox("listo")
End Sub
Dim dx As Double
Private Sub altura()
    Dim angulo As Double
    Dim a, b As Double
    Dim dx1, x1, x2, dx2 As Double
    Dim grad As Double
    angulo = Val(Me.txtangulo.Text)
    x1 = 12.5
    dx2 = dx
    dx1 = 340 - dx
    x2 = (dx2 * x1) / dx1
    b = x1 + x2
    grad = Math.Tan(angulo * 3.14159269 / 180)
    a = b * grad

```

```

'Me.txtrecibir.AppendText("b: " + b.ToString + vbCrLf) '
xaltura = Math.Round(a, 3)
Me.lbaltura.Text = xaltura.ToString + " cm"
If xaltura <= Me.txtalturamax.Text And xaltura > 0 Then
    graficar()
End If
End Sub
Dim xaltura As Double
Private Sub graficar()
    Dim drawFormat As New StringFormat
    Dim fecha As Date
    Dim horah, m As String
    Dim k As Integer
    Dim kte, ktey As Integer
    Dim hh As Integer
    Dim div As Double
    Dim dat1 As Double
    Dim porcen As Double
    Dim pos1 As Integer
    Dim pos2 As Integer
    fecha = Now
    horah = ""

    Try
        div = Val(Me.txtalturamax.Text / 20)
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
        Me.txtalturamax.Text = 300
        Exit Sub
    End Try
    Try
        porcen = Val(((Me.txtalturamax.Text - xaltura) /
Me.txtalturamax.Text) * 100)
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message)
        Exit Sub
    End Try

    m = fecha.Hour.ToString
    If m.Length = 1 Then
        m = "0" + m
    End If
    horah = m + ":"
    m = fecha.Minute.ToString
    If m.Length = 1 Then
        m = "0" + m
    End If
    horah = horah + m + ":"
    m = fecha.Second.ToString
    If m.Length = 1 Then
        m = "0" + m
    End If
    horah = horah + m

    For k = 20 To 1 Step -1
        vec1(k) = vec1(k - 1)
        hora(k) = hora(k - 1)
        altu(k) = altu(k - 1)
    Next
    hh = porcen * 4 + 10

```

```

vec1(0) = hh
hora(0) = horah
altu(0) = Math.Round(xaltura, 3).ToString

Me.pbgrafico.Refresh()

drawFormat.FormatFlags = StringFormatFlags.DirectionVertical
Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawLine(Pens.Black, 10, 410, 630, 410)
'dibuja la línea en x
Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawLine(Pens.Black, 40, 5, 40, 470) 'dibuja
la línea en y
' Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawString(horah, New Font("Arial", 8),
Brushes.Blue, 100, 100, drawFormat)
pos1 = 0
pos2 = 0
For k = 20 To 0 Step -1
    kte = k * 28 + 40
    'vec2(k) = kte
    ktey = 410 - k * 20
    Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawLine(Pens.Brown, kte, 405, kte, 415)
    Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawLine(Pens.Brown, 35, ktey, 45, ktey)
    Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawString(hora(20 - k), New
Font("Arial", 8), Brushes.Blue, kte, 420, drawFormat)
    Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawString(altu(20 - k), New
Font("Arial", 8), Brushes.Blue, kte - 5, vec1(20 - k) - 40, drawFormat)
    dat1 = Math.Round(div * k, 2)
    Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawString(dat1.ToString, New
Font("Arial", 8), Brushes.Blue, 3, ktey - 5)
    'hh = Val(vec1(19 - k))
    Me.pbgrafico.CreateGraphics.FillEllipse(Brushes.Red, kte, vec1(20 -
k), 4, 4)
Next
'For k = 20 To 0 Step -1
'    Me.pbgrafico.CreateGraphics.DrawLine(Pens.GreenYellow, vec2(k - 1),
vec1(19 - k), vec2(k), vec1(20 - k))
'Next

End Sub

'3770250000

Private Sub Timer2_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles Timer2.Tick
    If chkmedir.Checked = True Then
        Me.btdibujar.PerformClick()
    End If
    Me.Timer2.Stop()
    If chkautomatico.Checked = True Then
        Me.btfoto.PerformClick()
    End If
End Sub

Private Sub btsincronizar_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
btsincronizar.Click
    tipo = 1
    inicializa()
    envia_trama()
End Sub

```

```

    Private Sub Label6_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
Label6.Click
        'tiempos = 1
        'Me.Timer3.Interval = ton 'activa el rts
        'Me.Timer3.Start()
    End Sub

    Private Sub btalarmas_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles
btalarmas.Click
        Eventos.Close()
        Eventos.Show()
    End Sub

End Class

```

## Programación CCS

```

#include <16f628a.h>
#fuses hs,nomclr,nolvp,nowdt//,PROTECT
#use delay(clock=20M)
#USE RS232(baud=57600,xmit=PIN_B7,rcv=PIN_B6,stream=cam, DISABLE_INTS)
#USE RS232(baud=57600,xmit=PIN_B2,rcv=PIN_B1,stream=pc, DISABLE_INTS) //
#byte trisa=0x85
#byte trisb=0x86
#byte porta=5
#byte portb=6

int k=0;
int j=0;
int vec[15];
int cm=0;
int32 timeout=0;
int32 cuenta=0;
int x=0;

void enviacam()
{
    bit_set(portb,0);
    delay_ms(10);
    for (j=4;j<k;j++)
    {
        fputc(vec[j],cam);
    }
    delay_ms(10);
    // bit_clear(portb,0);
    // enable_interrupts(global);
    cuenta=0;
    while (++cuenta<40000)
    {
        if (bit_test(portb,6)==0)
        {
            //output_toggle(pin_a0);

```

```

        cuenta=0;
    }
    delay_us(10);
}
vec[1]=11;
vec[2]=0;
bit_set(porta,0);
delay_ms(100);
bit_clear(porta,0);
cuenta=0;
delay_ms(10);
bit_clear(portb,0);
enable_interrupts(global);
}
void enviapc()
{
    bit_set(portb,0);
    delay_ms(10);
    for (j=0;j<k;j++)
    {
        fputc(vec[j],pc);
    }
    delay_ms(10);
    bit_clear(portb,0);
    delay_ms(10);
    enable_interrupts(global);
}

void trama() //0 0 11 1 0
{
    disable_interrupts(global);
    //bit_set(porta,0);
    // delay_ms(500);
    // bit_clear(porta,0);
    if (vec[1]==0 && vec[2]==5)
    {
        if (vec[3]==1) //led infrarrojo on/off
        {
            if (vec[4]==1)
            {
                bit_set(porta,0);
                vec[3]='1';
            }
            else
            {
                bit_clear(porta,0);
                vec[3]='0';
            }
        }
        k=4;
        vec[0]='0';
        vec[1]='K';
        vec[2]='1';
    }
}

```

```

    enviapc();
}

if (vec[3]==2) //leds blancos on/off
{
    if (vec[4]==1)
    {
        bit_set(portb,4);
        vec[3]='1';
    }
    else
    {
        bit_clear(portb,4);
        vec[3]='0';
    }
    k=4;
    vec[0]='0';
    vec[1]='K';
    vec[2]='2';
    enviapc();
}
if (vec[3]==3) //reenvia datos a la cámara
{
    enviacam();
}
if (vec[3]==4) //lee estado del sensor
{
    vec[0]='S';
    vec[1]=bit_test(portb,5)+48;
    k=2;
    enviapc();
}
}
else
{
    delay_ms(10);
    enable_interrupts(global);
}
vec[0]=45;
vec[1]=9;
vec[2]=0;
delay_ms(5);
}

#int_rda
void lee_pc()
{
    disable_interrupts(global);
    k=0;
    timeout=0;
    while (++timeout<10000)
    {

```

```

    if (kbhit(pc)==1)
    {
        vec[k]=fgetc(pc);
        ++k;
        timeout=0;
        if (k>9)//numero maximo de datos y sale del ciclo
        {
            break;
        }
    }
}
trama();
}

```

```

void main()
{
    delay_ms(200);
    vec[0]=0;
    vec[1]=0;
    enable_interrupts(int_rda);
    trisa=0;
    trisb=0b01100010;
    bit_set(portb,0);
    delay_ms(10);
    fprintf(pc,"HOLA MUNDO ");
    delay_ms(10);
    bit_clear(portb,0);
    bit_clear(porta,0);
    delay_ms(10);
    enable_interrupts(global);
    while (true)
    {
        delay_us(10);
    }
}

```

## ANEXO D

### Especificaciones Técnicas de los Componentes.

## Puerto Serial cámara módulo SPI OV528 protocolo de comunicación

### Especificaciones:

1. Image sensor: CMOS color
2. pixels: 0.3 mega píxeles
3. Image resolución: VGA640 \* 480 \ QVGA320 \* 240 \ QQVGA 160\*120
- Compresión 4. image: **Formato JPEG**
5. focal longitud: 2.8mm
6. Angle de vista: 100 °
7. Lumen mínimos: 1 Lux
- Visión 8. Night imagen: imagen NEGRO-BLANCO
9. distancia de visión nocturna; 5 a 10 m
10. interface: **Interfaz RS232**
11. baud: 9600 bps
12. balance de blancos: automático
13. exposure: automático
14. Auto Control de ganancia: automático
- Poder 15. working: DC5V
16. Working actual: sobre 80mA

17. Temperatura de trabajo:-10 a 60 grados Celsius

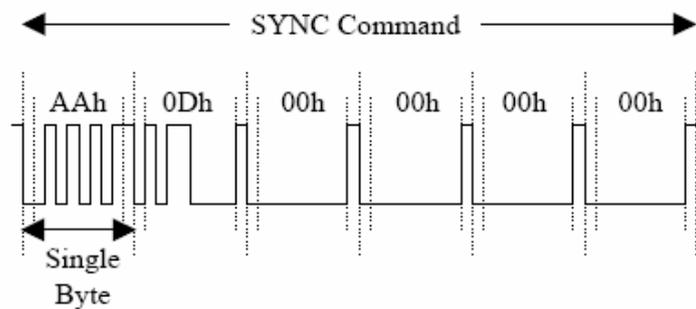
18. size: 32mm \* 32mm \ 38mm \* 38mm

19. default lente: f2.8mm IR 940nm (diverso cliente tiene diferentes aplicaciones, así que 650nm o 850nm lente puede ser opcional)

Lente 650NM puede proporcionar una buena y verdadero color de la imagen en la luz normal o bajo luz de led.

850nm lente puede proporcionar más clara imagen bajo luz infrarroja led. pero en día, un poco de color del cuadro sería dominante de color.

940nm lens'effect es entre 650nm y 850nm. el efecto en el día es mejor que 850nm lente, el efecto en la noche es mejor que 650nm



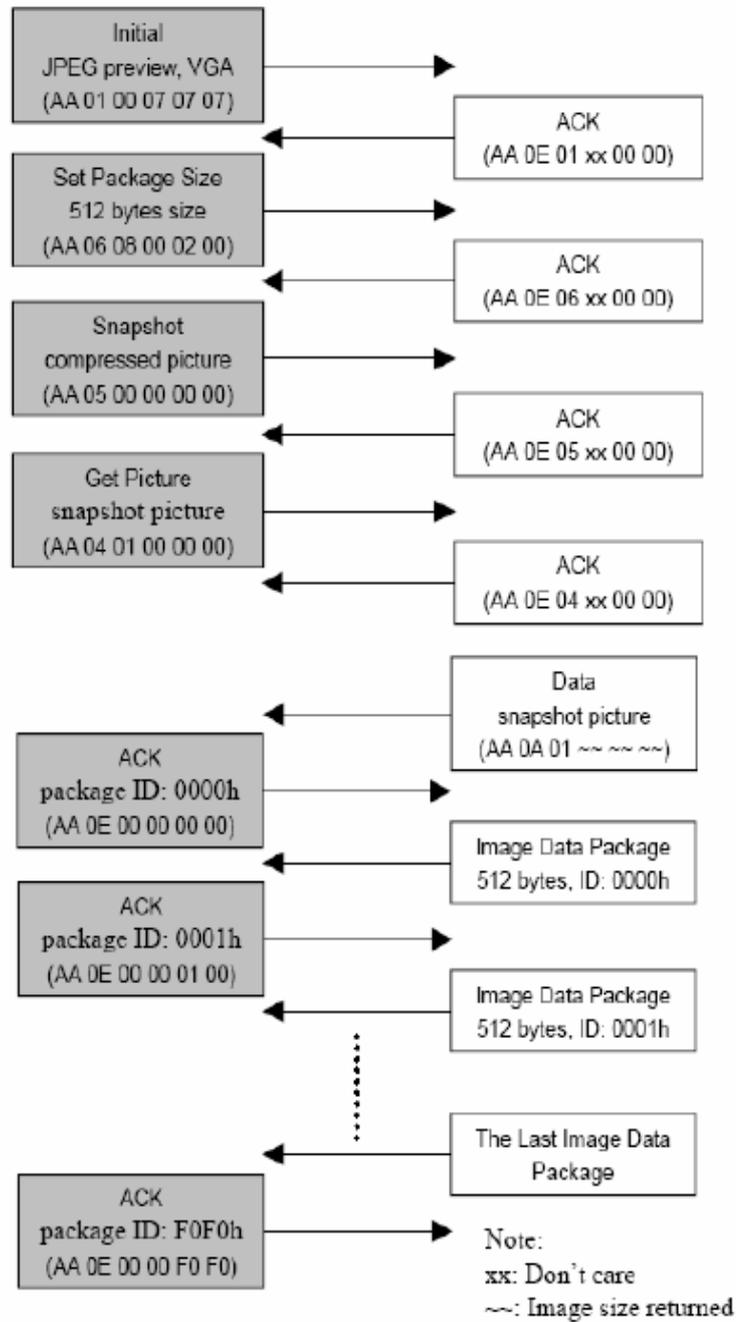
## Command Set

Camera can support 11 commands for interfacing to host as following.

No.	Command	Command ID	Parameter 1	Parameter 2	Parameter 3	Parameter 4
1	Initial	AA01h	00h	Color Setting	Preview Resolution	JPEG Resolution
2	Get Picture	AA04h	Get Setting	00h	00h	00h
3	Snapshot	AA05h	Snapshot Setting	Skip Frame (low byte)	Skip Frame (high byte)	00h
4	Set Package Size	AA06h	08h	Package Size (low byte)	Package Size (high byte)	00h
5	Set Baud-rate	AA07h	<sup>st</sup> 1 Divider	<sup>nd</sup> 2 Divider	00h	00h
6	Reset	AA08h	Reset Setting	00h	00h	xxh
7	Power Down	AA09h	00h	00h	00h	00h
8	Data	AA0Ah	Date Type	Length-byte 0	Length-byte 1	Length-byte 2
9	SNYC	AA0Dh	00h	00h	00h	00h
10	ACK	AA0Eh	Command ID	ACK counter	Package ID Byte 0	Package ID Byte 1
11	NAK	AA0Fh	00h	NAK counter	Error Number	00h

\* If the parameter is FFh, firmware will respond immediately.

#### 4.1 JPEG Snapshot Picture



Remark: 1) "xx" any number;  
2) "~" image size returned.



# MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

## 18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

### High-Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word instructions:
  - All instructions single cycle except branches

### Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options:
  - Precision internal 4 MHz oscillator factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Low-power internal 48 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 40 year data retention

### Low-Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120  $\mu$ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1  $\mu$ A @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
  - 1.2  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
  - 4  $\mu$ s wake-up from Sleep, 3.0V, typical

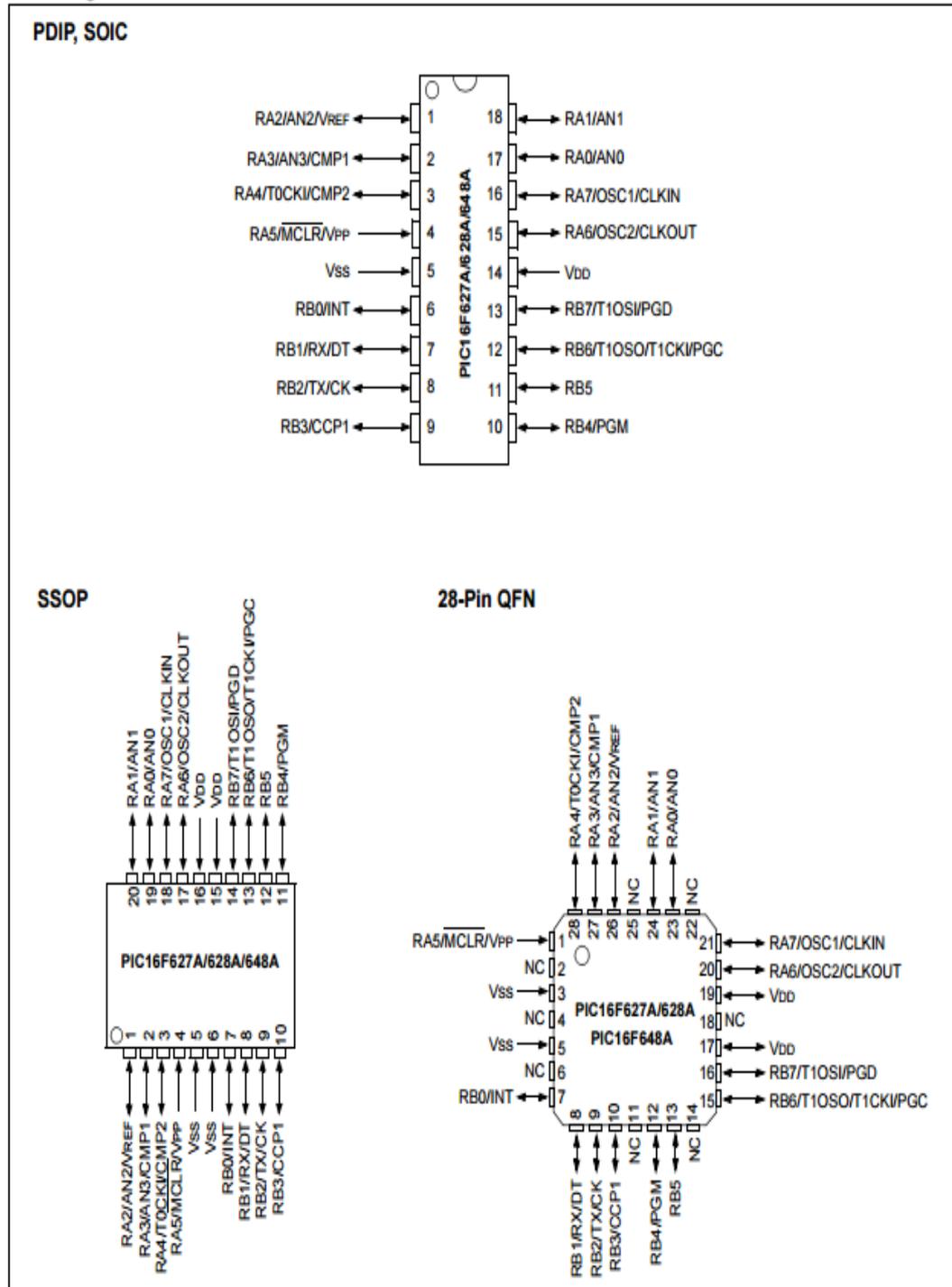
### Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

# PIC16F627A/628A/648A

## Pin Diagrams





## MAX481/MAX483/MAX485/ MAX487-MAX491/MAX1487

### Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

#### General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120 $\mu$ A and 500 $\mu$ A of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1 $\mu$ A. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488-MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

#### Applications

Low-Power RS-485 Transceivers  
Low-Power RS-422 Transceivers  
Level Translators  
Transceivers for EMI-Sensitive Applications  
Industrial-Control Local Area Networks

#### Next Generation Device Features

- ◆ For Fault-Tolerant Applications
  - MAX3430:  $\pm$ 80V Fault-Protected, Fail-Safe, 1/4 Unit Load, +3.3V, RS-485 Transceiver
  - MAX3440E-MAX3444E:  $\pm$ 15kV ESD-Protected,  $\pm$ 60V Fault-Protected, 10Mbps, Fail-Safe, RS-485/J1708 Transceivers
- ◆ For Space-Constrained Applications
  - MAX3460-MAX3464: +5V, Fail-Safe, 20Mbps, Profibus RS-485/RS-422 Transceivers
  - MAX3362: +3.3V, High-Speed, RS-485/RS-422 Transceiver in a SOT23 Package
  - MAX3280E-MAX3284E:  $\pm$ 15kV ESD-Protected, 52Mbps, +3V to +5.5V, SOT23, RS-485/RS-422, True Fail-Safe Receivers
  - MAX3293/MAX3294/MAX3295: 20Mbps, +3.3V, SOT23, RS-485/RS-422 Transmitters
- ◆ For Multiple Transceiver Applications
  - MAX3030E-MAX3033E:  $\pm$ 15kV ESD-Protected, +3.3V, Quad RS-422 Transmitters
- ◆ For Fail-Safe Applications
  - MAX3080-MAX3089: Fail-Safe, High-Speed (10Mbps), Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers
- ◆ For Low-Voltage Applications
  - MAX3483E/MAX3485E/MAX3486E/MAX3488E/MAX3490E/MAX3491E: +3.3V Powered,  $\pm$ 15kV ESD-Protected, 12Mbps, Slew-Rate-Limited, True RS-485/RS-422 Transceivers

Ordering Information appears at end of data sheet.

#### Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT ( $\mu$ A)	NUMBER OF RECEIVERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim Direct at 1-888-629-4642, or visit Maxim Integrated's website at [www.maximintegrated.com](http://www.maximintegrated.com).

19-0122; Rev 10; 9/14

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V <sub>CC</sub> ).....	12V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Control Input Voltage (RE, DE).....	-0.5V to (V <sub>CC</sub> + 0.5V)	8-Pin μMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C).....	830mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (V <sub>CC</sub> + 0.5V)	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
Driver Output Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (V <sub>CC</sub> + 0.5V)	MAX4_C_/MAX1487C_A .....	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)		MAX4_E_/MAX1487E_A .....	-40°C to +85°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C) .....	727mW	MAX4_M_/MAX1487MJA .....	-55°C to +125°C
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C) .....	800mW	Storage Temperature Range .....	-65°C to +160°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = 5V ±5%, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	V <sub>OD1</sub>				5	V
Differential Driver Output (with load)	V <sub>OD2</sub>	R = 50Ω (RS-422)	2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 4	1.5		5	
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔV <sub>OD</sub>	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	V <sub>OC</sub>	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔV <sub>OC</sub>	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Input High Voltage	V <sub>IH</sub>	DE, DI, RE	2.0			V
Input Low Voltage	V <sub>IL</sub>	DE, DI, RE			0.8	V
Input Current	I <sub>IN1</sub>	DE, DI, RE			±2	μA
Input Current (A, B)	I <sub>IN2</sub>	DE = 0V; V <sub>CC</sub> = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	V <sub>IN</sub> = 12V		1.0	mA
			V <sub>IN</sub> = -7V		-0.8	
	MAX487/MAX1487, DE = 0V, V <sub>CC</sub> = 0V or 5.25V	V <sub>IN</sub> = 12V		0.25	mA	
		V <sub>IN</sub> = -7V		-0.2		
Receiver Differential Threshold Voltage	V <sub>TH</sub>	-7V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔV <sub>TH</sub>	V <sub>CM</sub> = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	V <sub>OH</sub>	I <sub>O</sub> = -4mA, V <sub>ID</sub> = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	V <sub>OL</sub>	I <sub>O</sub> = 4mA, V <sub>ID</sub> = -200mV			0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	I <sub>OZR</sub>	0.4V ≤ V <sub>O</sub> ≤ 2.4V			±1	μA
Receiver Input Resistance	R <sub>IN</sub>	-7V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 12V, all devices except MAX487/MAX1487	12			kΩ
		-7V ≤ V <sub>CM</sub> ≤ 12V, MAX487/MAX1487	48			kΩ