



Ingeniería en Telemática

PROYECTO TERMINAL

“Desarrollo de sistema de telemetría para implantar en prototipos móviles para el monitoreo de sitios remotos”

Proponentes:

Guillermo Abraham Viana Patrón

Arimexiandi Yusuf Nazar Torres

Pedro Eduardo May Poot

Asesor:

Dr. Luis Rizo Domínguez

Titular de la asignatura:

M.C Marcelo Hugo Sánchez Núñez

Cancún, Quintana Roo. Martes 30 de abril del 2012

Contenido

CONTENIDO	2
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 RESUMEN.....	4
1.2 ABSTRACT	5
2. ANTECEDENTES	6
PROTOTIPO I. PLATAFORMA MÓVIL DE INSPECCIÓN.....	6
PROTOTIPO II. ROBOT PARA LA EXPLORACIÓN INTERNA DE TUBERÍAS.....	7
PROTOTIPO III. ROBOT SEMI-AUTÓNOMO PARA LA NAVEGACIÓN EN ESPACIOS RESTRINGIDOS	8
PROTOTIPO IV. ROBOT EXPLORADOR DE DUCTOS	8
3. PROPUESTA	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. OBJETIVOS	11
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	12
• MICROCONTROLADOR PIC16F877A.....	12
• TELEMETRÍA	12
• SISTEMA DE CONTROL.....	12
• SENsoRES	13
• PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	15
• COMUNICACIÓN INALÁMBRICA	16
• MÓDULO WIFLY.....	17
CAPÍTULO II. RESOLUCIÓN-DESARROLLO	19
INFORMACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.	19
DIAGRAMA DE GANTT	19
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS EN EL MERCADO	20
ANÁLISIS	20
DESARROLLO.....	20
Articulo I. Búsqueda de dispositivos	20
Articulo II. Desarrollo del prototipo	21
Articulo III. Conectividad del módulo wifi e intercambio de información.....	22
Articulo IV. Línea de comandos para la configuración de wifiy.....	25
Articulo V. Programación PIC16F877A	30
Articulo VI. Manipulación y programación de sensores. Temperatura, humedad, monóxido de carbono y gas metano.	34
Articulo VII. Desarrollo de circuito electrónico	39
Articulo VIII. Conexión y configuración de cámara de video ip	44
Articulo IX. DISEÑO DE INTERFAZ GRÁFICA.....	48
Articulo X. Armado del sistema telemétrico	54
ESTUDIO DE COSTO DE PRODUCCIÓN	57
Articulo XI. Costo de producción del prototipo I. Plataforma móvil de inspección.	57
Articulo XII. Costo de producción del prototipo II. Robot para la exploración interna de tuberías.	
	58

<i>Articulo XIII.</i>	<i>Costo de producción del prototipo III. Robot semi-autonomo para la navegación en espacios restringidos.</i>	58
<i>Articulo XIV.</i>	<i>Costo de producción del prototipo IV. Robot explorador de ductos.</i>	59
<i>Articulo XV.</i>	<i>Costo de producción del sistema telemétrico</i>	60
CAPÍTULO III. RESULTADOS		60
PRUEBA DE ALCANCE DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO WIFI	61	
PRUEBAS DE SENSOR DE GAS MQ-4.....	62	
PRUEBA DE TRANSPORTADOR DEL GABINETE TELEMETRICO	66	
PRUEBA GENERAL DE PROTOTIPO TELEMÉTRICO	67	
CONCLUSIONES.....	74	
BIBLIOGRAFÍAS	75	
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	76	
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	78	
ANEXOS	80	
ANEXO 1. DATASHEET PIC 16F877A	80	
ANEXO 2. DATASHEET WIFLY	81	
ANEXO 3 MAX 232	81	
ANEXO 4 SENSOR DE HUMEDAD.....	82	
ANEXO 5 SENSOR DE HIDROGENO	82	
ANEXO 6 SENSOR DE GAS	83	
ANEXO 7 SENSOR DE LICUADO DE PETRÓLEO (GLP).	83	

“Desarrollo de sistema de telemetría para implantar en prototipos móviles para el monitoreo de sitios remotos”

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta de forma detallada el desarrollo, construcción y los resultados obtenidos en el sistema de telemetría implementado con tecnología WiFi 802.b/g el cual es usado para comunicar dispositivos inalámbricamente en un área local.

Las principales características que definen al prototipo móvil, son los sensores que se usa para medir en tiempo real gases tóxicos que representan un peligro para el ser humano. Por otra parte, se tiene implementado una cámara de video que tiene un ángulo de visibilidad horizontal de 360° sobre su eje.

El proceso de planeación y desarrollo se describe en el capítulo II junto con los modelos y técnicas utilizadas en la construcción del proyecto. Las pruebas y resultados obtenidos muestran que puede ser sensado gases que representan un peligro remotamente y que se evita la exposición del ser humano al riesgo.

1.1 RESUMEN

Se implemento un sistema de telemetría para lograr medir gases que son dañinos para el ser humano. Se desarrolló y construyó un prototipo móvil para monitorear y medir gases tóxicos, la idea surgió cuando se tuvo la necesidad de explorar sitios remotos de difícil acceso y/o de peligro para el ser humano.

Se usó una plataforma universal de WiFi 2.4 Ghz (802.11b/g) para lograr acceder a diferentes muros y cuerpos no acuosos. El prototipo móvil contiene una cámara de video que envía imágenes en tiempo real a una computadora remota.

El sistema de telemetría es usado para medir humedad en el ambiente, censar monóxido de carbono CO, gas metano y temperatura son algunas las funciones del prototipo móvil.

1.2 ABSTRACT

This work mentioned the process that carried out to monitor and measure toxic gasses remotely used a mobile prototype that is controlled from a computer located determined distance.

The prototype is based on the standard WiFi 802.11b/g into defining the local area network technology. The technology used into this project is thinking about the process communicate between the mobile prototype and the computer that will have the user interface, the WiFi technology also is used for the obstacles such as wall.

One important feature of the mobile prototype is the horizontal rotation on its axis, allowing one view of 180^0 with the integrated camera to the mobile.

2. ANTECEDENTES

Se investigaron todos los prototipos los cuales cuentan con su documentación en Internet, de los diseños e implementaciones de los prototipos móviles encontrados se identifican algunas mejoras para el sistema de telemetría implementado en el prototipo móvil propuesto.

Cabe mencionar que uno de los prototipos documentados en Internet fue desarrollado por la Secretaría de ciencias y tecnologías (SECYT)¹, nos permitió mejorar la visibilidad de la cámara de video en el prototipo móvil. El dispositivo autónomo tiene como finalidad inspeccionar distintos entornos, recolectando datos en ambientes fabriles donde es riesgosa la acción humana.

Prototipo I. Plataforma móvil de inspección.

En este prototipo desarrollado por la Secretaría de ciencia y tecnología (SECYT)¹ se propone un carro de transporte de instrumental, autónomo cuya finalidad es la inspección de distintos entornos. La recolección de datos en ambientes fabriles ó de producción y/o donde sea riesgosa la acción humana.

El prototipo cuenta con cámara de video, sensores ultrasónicos. Cuenta con comunicación inalámbrica con PC mediante radio módem.

Ventajas

- Modelo incremental, acumulativo
- Integración de software y hardware
- Posibilidad de aplicaciones prácticas
- Prototipo económicamente viable



Figura 1. El diseño mecánico de la plataforma

Fuente: http://www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/robot_movil.htm

Por otra parte, Daniel Fernando Soto Estrada estudiante del Tecnológico de Baja California campus la Paz, realizó como anteproyecto de Tesis un proyecto para exploración de cañerías, ductos y tuberías de agua potable, alcantarillado y saneamiento, esto para detectar efectos en el interior de las mismas.

Se adoptó del anteproyecto de Daniel Fernando Soto los sensores de gas metano e hidrógeno.

Prototipo II. Robot para la exploración interna de tuberías

La problemática que se tiene en las tuberías son fallas encontradas en rajaduras de la pared interna, corrosión y adherencia de objetos que impiden la correcta circulación del fluido.

Las ventajas que ofrece el sistema es la reducción de costos en cuanto material para saneamiento del suelo.



Figura 2. Vista previa del vehículo explorador.

Fuente: Proyecto de tesis, Daniel Fernando Soto, Tecnológica de Baja California, Universidad Católica, Mayo 2010.

Un tercer prototipo semi-autónomo presentado por el ingeniero Misael Jiménez Gutiérrez en el centro de investigaciones en Óptica, en León Guanajuato México, es un estímulo para el desarrollo del proyecto planteado, ya que el vehículo logra movimientos en áreas muy pequeñas dentro de las tuberías de aguas pluviales.¹

¹ http://www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/robot_movil.htm

El prototipo móvil implementado por el ingeniero Jiménez Gutiérrez realiza recorridos aún con algunos obstáculos de basura, como son bolsas, y papel que es lo que más se encuentra en los ductos.

Prototipo III. Robot semi-autónomo para la navegación en espacios restringidos

El proyecto de el ingeniero Jiménez Gutiérrez se enmarca dentro del área de robótica móvil, y se centra específicamente en el estudio y diseño de un robot para la exploración de espacios restringidos, como los son los ductos o las tuberías. El robot logra movimientos de desplazamiento dentro de la tubería.

Se uso una simulación de computadora para poder corroborar las funcionalidades del robot semi-autónomo.



Figura 3. KARO prototipo para tuberías de drenaje en el rango de 20-40 cm.

Fuente: http://www.cio.mx/dfa06/files_optomec/13848%20Misael%20Jimenez.pdf

Prototipo IV. Robot Explorador de Ductos

El prototipo para la exploración de tuberías diseñado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), consiste en identificar construcciones en ductos superiores a 14 pulgadas. Diseñado principalmente para adaptarse a la superficie curva de las tuberías capaz de desplazarse por trayectorias de hasta 90°.

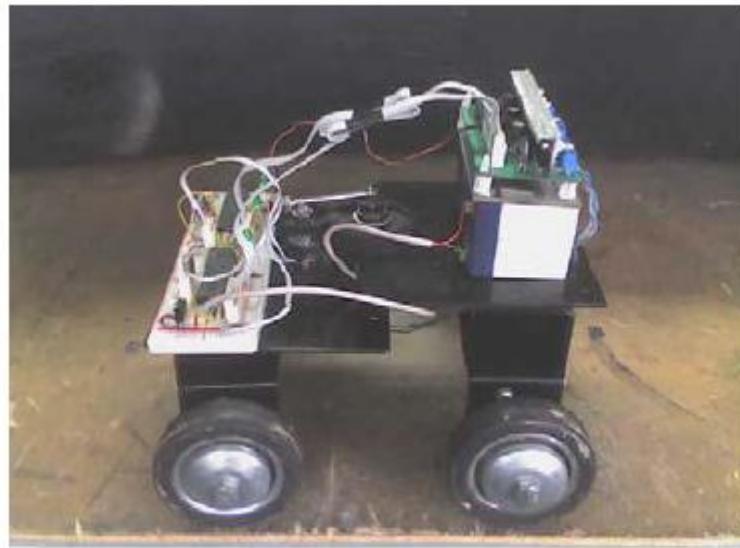


Figura 4. Robot para la exploración de tuberías.

Fuente: http://www.cio.mx/dfa06/files_optomec/13848%20Misael%20Jimenez.pdf

Analizando el estado del arte del proyecto se observó que no cuentan con una tecnología estandarizada en la que se pueda tener acceso desde cualquier equipo portátil con red inalámbrica. Así mismo se encuentra que los dispositivos propuestos anteriormente no cuentan con una portabilidad y estándar de comunicación inalámbrica. Dado lo anterior en este trabajo se propone un dispositivo para el sensado de gases que representan un peligro para el ser humano.

Como resultado del análisis de los dispositivos previamente desarrollados se observó que los factores a considerar en el diseño de una tarjeta de sensado son: desplazamiento del carrito, la visibilidad de la cámara y los sensores implementados en el prototipo.

3. PROPUESTA

En este trabajo se desarrolla y se construye un sistema inalámbrico capaz de monitorear con una cámara de video, así como también realizar la medición de gases tóxicos en el ambiente usando sensores.

Los datos se enviarán en tiempo real a una interfaz programada en una computadora remota.

4. JUSTIFICACIÓN

La principal finalidad es el desarrollo y la construcción de un sistema telemétrico que envíe video de un sitio remoto, así como la temperatura, humedad y gases en el ambiente donde se encuentra el dispositivo telemétrico. Se implementa el sistema telemétrico en un dispositivo móvil que realiza la exploración de lugares que son inaccesibles para la acción humana.

El presente proyecto va dirigido a la comunidad de Cancún para usarlo en diferentes áreas de monitoreo de difícil acceso al ser humano, el prototipo se podrá adaptar a las necesidades de cada uno de los eventos que deseen realizar.

Un área donde podría utilizarse el carrito móvil son los ductos de agua pluviales. La ciudad de Cancún ha sufrido durante su historia una serie de inundaciones. Todas ellas producto de la saturación de basuras en los ductos de drenaje, que han tenido serios y preocupantes efectos sobre la ciudad y la población.

En el problema de los ductos de drenaje no se descarta la idea de usar un robot móvil que facilite el monitoreo de ductos, identificando desperfectos que puedan causar inundaciones.

La comisión de agua potable y alcantarillado (CAPA)² necesitan realizar trabajos de inspección y monitoreo de sus ductos fluviales, un robot móvil es una alternativa para los trabajos que son de difícil acceso para las personas encargadas de la reparación de los ductos pluviales.

La ventaja que ofrece este proyecto es la implementación de comunicación por medio de un sistema wifi, que permite la reducción de costos al ser un protocolo estándar.

Dentro de otras posibles aplicaciones para el sistema realizado en el presente trabajo destacan las siguientes:

- Inspección de ductos de aire acondicionado.

- Inspección en posos, cenotes y cuevas para la detección de la calidad del aire al interior de las mismas.
- Inspección de lugares donde ha ocurrido una tragedia, derrumbes e incendios.
- Lugares de riesgo o de difícil acceso para el hombre y que requiera de una inspección.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

“Desarrollar y construir un sistema funcional de telemetría capaz de monitorear con una cámara de video, medir temperaturas y concentración de gases, para implantar en un prototipo móvil con la finalidad de realizar monitores en sitios remotos”.

5.2 Objetivos Específicos

- Investigar antecedentes de desarrollos de sistemas de telemetría.
- Diseñar un dispositivo capaz de medir concentraciones de gases y temperaturas de forma precisa y constante.
- Implementar entre el dispositivo de medición y un aparato servidor, un sistema de comunicación inalámbrica que permita intercambiar información de forma remota, precisa e ininterrumpida.
- Diseñar y construir una interfaz gráfica computacional sencilla que permita la comunicación de forma amigable entre el usuario y el sistema telemétrico.
- Documentar en un reporte final de forma ordenada y precisa los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto propuesto.

² Pagina oficial: <http://capa.gob.mx/capa/>

Capítulo I. Marco Teórico

Como parte del desarrollo y documentación del presente trabajo, a continuación se presenta información donde se tienen algunos conceptos y definiciones técnicas que permitirán conocer más a fondo el proyecto que se presenta.

- Microcontrolador PIC16f877A

El microcontrolador es el dispositivo encargado de realizar el procesamiento de datos a través de sus puertos de entrada/salida. Es decir, será el cerebro del vehículo.

El PIC 16f877A almacenará el programa principal que contendrá las instrucciones de mando para el funcionamiento del sistema telemétrico.

- Telemetría

Un concepto importante es la telemetría, por definición, es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas, y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema³. Dado que el proyecto se enfoca en realizar un sistema de control de un prototipo que servirá para censar concentración de gases tóxicos con el fin de cubrir una necesidad determinada se menciona el concepto.

- Sistema de control

El sistema de control se encargará de procesar las señales de los sensores e indicará en qué momento entrarán en funcionamiento los dispositivos que están participando en el futuro prototipo móvil.

³ Página web: <http://es.wikipedia.org/wiki/Telemetr%C3%ADA>

- Sensores

Son los dispositivos o elementos que permitirán al robot “sentir” el entorno o estímulo del ambiente. Los sensores que se utilizaron para este proyecto son:

Sensor de gas metano (CH₄)

Pololu MQ-4, que se caracteriza por detectar la presencia de gas metano en concentraciones desde los 200 ppm hasta los 10,000 ppm. El sensor se conecta por medio de un pin de entrada hacia el microcontrolador y éste lo envía al módulo wifi para que sea transmitido al dispositivo compatible con el estándar. El metano no es tóxico, sin embargo, su principal peligro para la salud son las quemaduras que puede provocar si entra en ignición. Es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire. El metano reacciona violentamente con oxidantes, halógenos y algunos compuestos halogenados. El metano es también un asfixiante y puede desplazar al oxígeno en un espacio cerrado, por esta razón se decidió añadir este sensor.

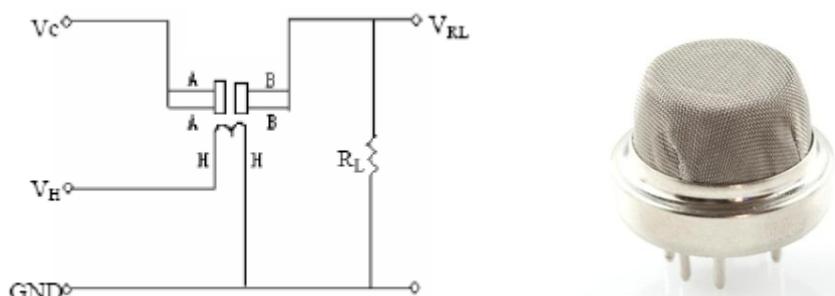


Fig. 3. Sensor Pololu MQ-4 y

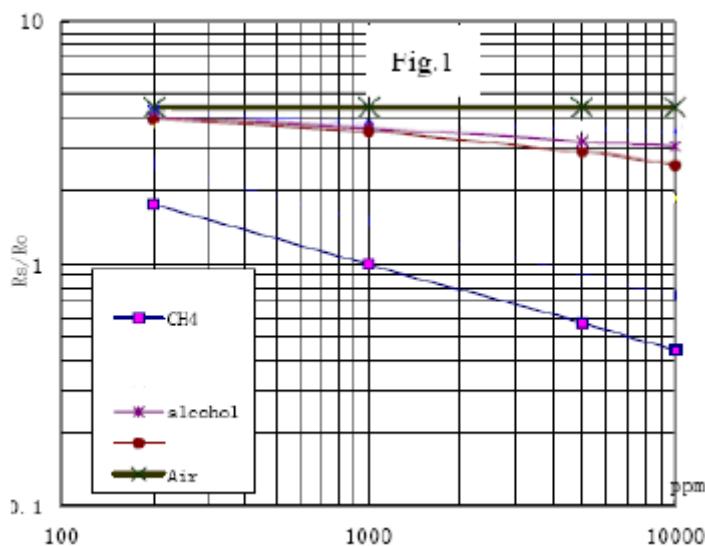


Figura. 4 La respuesta en la salida del sensor MQ-4 es lineal y depende del valor de RS

Fuente: http://www.pololu.com/file/download/MQ4.pdf?file_id=0J311

El sensor Pololu MQ-4 principalmente esta por su bajo costo (aproximadamente 50 pesos), ya que existen otros sensores detectores de metano pero su precio es muy elevado; además el tamaño reducido del sensor se ajusta al diseño dimensional del prototipo.

Metano

El metano llegó a conocerse como gas de los pantanos. A escala comercial el metano se obtiene del gas natural el cual está compuesto de carbono e hidrógeno; de fórmula CH₄, es un hidrocarburo, el primer miembro de la serie de los alkanos. Es más ligero que el aire, es incoloro, inodoro e inflamable⁵.

Sensor de monóxido de carbono(CO)

El sensor MQ-7 es un sensor para detectar la presencia de Monóxido de Carbono. El sensor MQ-7 Puede detectar concentraciones de gas en cualquier rango dentro de las 200 hasta las 10000ppm. Este sensor tiene una alta

⁵Página web: <http://es.wikipedia.org/wiki/Metano>

⁶Página web: http://es.wikipedia.org/wiki/Mon%C3%B3xido_de_carbono

sensibilidad y un tiempo de respuesta rápido. La salida del sensor tiene una resistencia analógica.⁶

El monóxido de carbono es un gas tóxico inodoro, incoloro, e insípido. Ya que es imposible verlo, olerlo o probarlo (saborearlo) este gas puede causarle la muerte antes de que uno se dé cuenta de que el mismo está dentro de los pulmones. Si la exposición a este gas es a niveles bajos le puede causar síntomas leves los cuales se pueden confundir con la gripe. Entre estos síntomas están el dolor de cabeza, mareos, confusión, náuseas y fatiga. Los efectos a la exposición del monóxido de carbono pueden variar de persona a persona, dependiendo de la edad, las condiciones de salud, el nivel de concentración de monóxido de carbono al igual que el periodo de tiempo que se esté expuesto al mismo.⁷

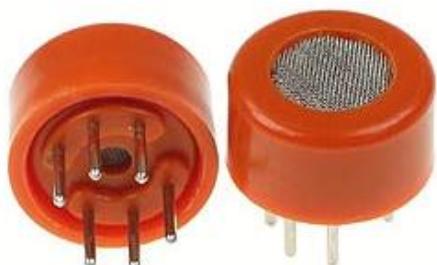


Figura 5. Sensor MQ-7

Fuente: <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/sensores/41-sensor-de-monoxido-de-carbono-mq-7.html>

- Protocolo de comunicación

Un protocolo es un conjunto de reglas establecidas para la comunicación (transmitir, empaquetar y direccionar los datos en una red). Todos los

dispositivos tienen las mismas reglas de comunicación (soportar el mismo protocolo), o de lo contrario, no podrán comunicarse. Este tema forma parte de la base del proyecto ya que estarán enviando datos constantemente para darle instrucciones al vehículo. Cabe mencionar que se utiliza el protocolo wifi para el envío de información y comunicación entre dispositivos.

- Comunicación inalámbrica

En la comunicación inalámbrica existen diferentes tecnologías, dentro del amplio margen de ellas se escogió la mejor se adapto a las necesidades de la problemática. A continuación se presenta la información de los medios inalámbricos con los que se trabaja en el prototipo. Las redes inalámbricas se pueden clasificar por su alcance; en el primer orden se encuentran las redes WPAN (Wireless Personal Area Network, por sus siglas en inglés) que tienen un alcance de hasta 10 mts generalmente. Dentro de esta primera clasificación se encuentra la tecnología Bluetooth. El bluetooth trabaja con radiofrecuencia en la banda de los 2,4 GHz. En cuanto al ancho de banda la versión más reciente del bluetooth incorpora un ancho de banda de 24Mbps en su versión 3.0.

La transferencia de datos tiene que ser suficiente y para poder transmitir video de calidad aceptable más los datos de los sensores y además tener el alcance suficiente para controlarlo a una distancia el prototipo.

Una opción diferente en la tecnología wifi que se basa en un estándar de radiofrecuencia en la banda de los 2.4 GHz. Por el precio y características vendría siendo la opción más viable para la comunicación del vehículo.

El Wi-Fi que es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas más utilizada hoy en día, también llamada WLAN (WirelessLan, red inalámbrica) o estándar IEEE 802.11. Puede ofrecer desde 11 Mbit/s hasta 54 Mbit/s, y sus distintas aplicaciones dependiendo del estándar que se utilice. El wifi tiene un alcance de 100 hasta 150 mts por lo que resulta muy necesario para el prototipo.

Existen diversos tipos de wifi cada uno de ellos está basado en un estándar. Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n disfrutan de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbps , 54 Mbps y 300 Mbps, respectivamente.

- Módulo Wifly

Se estableció el medio de comunicación el cual es vía inalámbrica, utilizando el estándar 802.11 g/b (Wifi). Esto se logró gracias al módulo Wifly el cual utiliza el estándar mencionado para la comunicación con los dispositivos.

El módulo de RN-XV por Roving Networks es una solución con certificación Wi-Fi, diseñada especialmente para clientes que desean migrar su actual arquitectura 802.15.4(estándar de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos) a una plataforma estándar basada en el protocolo TCP / IP sin tener que rediseñar el hardware existente. En otras palabras, si el proyecto está configurado para XBee y desea moverlo a un estándar de red Wi-Fi, puedes colocar esto en la misma toma sin ningún otro nuevo hardware.

El módulo de RN-XV se basa en el robusto módulo Wi-Fi RN-171 e incorpora radio 802.11 b/g y 32 bits, la pila TCP / IP, reloj en tiempo real, el acelerador criptográfico, la unidad de administración de energía y sensores analógicos. En la configuración más simple, el hardware sólo requiere de cuatro conexiones (PWR, TX,RX y GND) para crear una conexión de datos inalámbrica.

Características⁸:

- Brinda una solución para sistemas existentes que usan módulos con el estándar 802.15.4.
- Consumo de energía ultra bajo: el modo de suspensión 4uA, para recepción 40mA, y para transmisión 180 mA en 10dBm.

- Potencia de transmisión: 0 dBm a 12dBm.
- Interfaces de hardware: TTL UART.

⁸Página web: <http://mx.class.posot.com/adaptador-de-red-wifi-wifly/>

- 8 pines digitales de E/S de propósito general.
- 3 entradas de sensor analógico.



Figura 6. Módulo wifly⁹

Para la comunicación del módulo wifly con el dispositivo wifi, se requiere una conexión física de 3.3v en el pin 9 para configurarlo en modo Ad-hoc.

- Análisis de software del sistema

Para el software del sistema se requirió hacer una interfaz grafica que fuera fácil de usar por cualquier usuario. Para realizar la interfaz de tipo visual se uso la herramienta de programación Visual Basic.net 8.0. Siendo ésta herramienta fácil de usar para crear una aplicación de tipo Windows.

Se consideró que se tenía conocimientos previos de esta herramienta de programación, además que el diseño se puede modificar fácilmente y se puede adaptar para cualquier usuario.

Visual Basic 2010 Express parte de la familia Visual Studio 2010 Express, un conjunto gratuito de herramientas que los desarrolladores de Windows de cualquier nivel pueden utilizar para crear aplicaciones personalizadas mediante configuraciones básicas y avanzadas. Visual Basic ofrece una forma fácil y rápida de crear aplicaciones de Windows basadas en

.NET Framework. Al igual que con todos los programas que dirigen a .NET Framework, los programas escritos en Visual Basic se beneficia de las interoperabilidad de la seguridad e idioma.

Visual Basic 2010 Express es un IDE, el cual utiliza un lenguaje de programación diseñado para crear una amplia gama de aplicaciones que se ejecutan en .NET¹⁰.

Capítulo II. Resolución-desarrollo

En esta investigación se emplean las metodologías descriptiva y experimental: Se definieron soluciones y se realizaron pruebas para conocer el comportamiento de la solución propuesta. Se clasificaron las más viables y se propuso la solución más viable y eficiente.

Información de la problemática.

En Internet existen diferentes prototipos creados en diferentes partes del mundo, una de las principales diferencias del proyecto que se propone a comparación con los vistos en internet es la comunicación con tecnología WiFi.

Diagrama de Gantt

Se uso un diagrama de Gantt para programar las actividades con sus respectivas fechas.

Tabla 1. Diagrama de Gantt

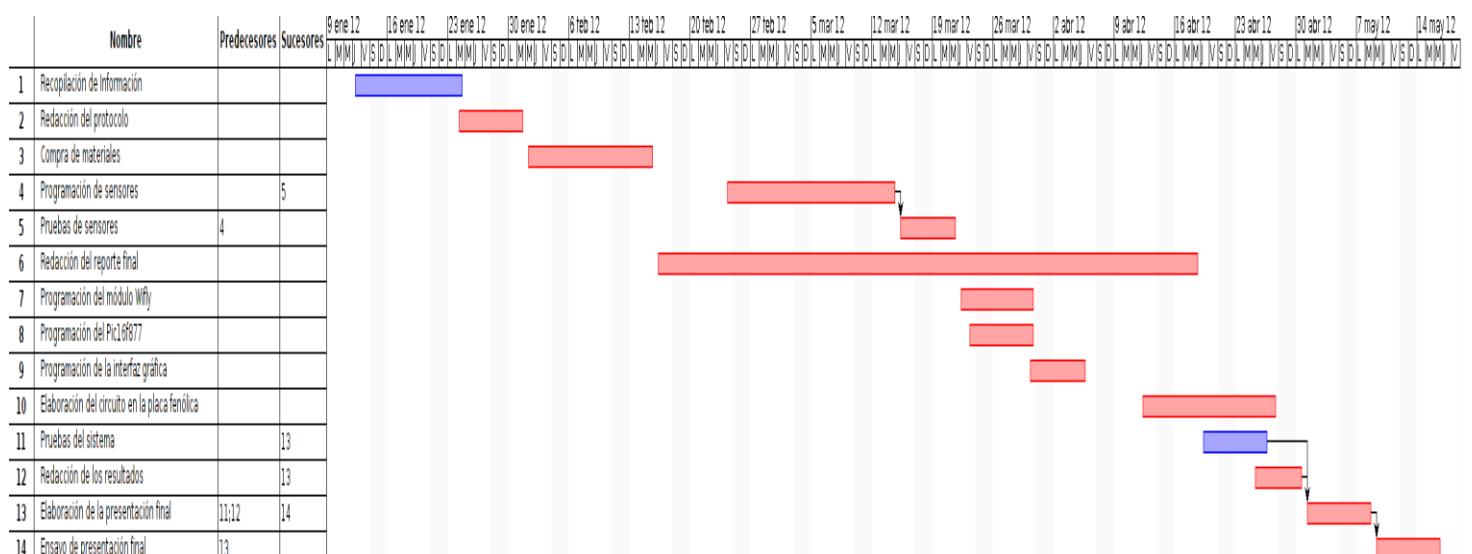


Diagrama 1. Diagrama de Gantt

Dispositivos electrónicos en el mercado

Se investigó los dispositivos electrónicos que existen en el mercado para poder desarrollar el prototipo planteado. Se buscaron los datasheet (hoja información) de los equipos electrónicos y se analizaron funciones, capacidades, limitantes y precios. Se clasificó los dispositivos que fueron más aptos para el desarrollo del prototipo. Los principales proveedores fueron sparkfun, steren y comerciantes independientes anunciados en mercado libre.

Análisis

Obtenida toda la información se organizaron todos los datos, y se estructuró la información, para establecer la mejor solución al problema. Se creó un protocolo de investigación, una metodología y un cronograma para definir el método de trabajo para el desarrollo del producto. Se define la estructura del prototipo y los dispositivos necesarios para la solución del problema. Se clasificaron los elementos más eficientes para la solución de la problemática.

Desarrollo

Articulo I. Búsqueda de dispositivos

Se realizó la búsqueda y compra de las herramientas necesarias para la construcción del proyecto planteado.

El principal proveedor del material para el desarrollo se llama Sparkfun² y se encuentra en Estados Unidos. Vende una amplia gama de artículos tecnológicos. Al realizar la compra de equipos en el extranjero se tomó en cuenta los siguientes puntos: El envío es caro, aduana de México compra un impuesto a los productos ingresados a territorio nacional y también la entrega es tardada. Con esta empresa se adquirió el modulo inalámbrico wifly, el microcontrolador pic16F877A³ y los sensores de temperatura, gas metano y monóxido de carbono.

En la tienda Steren de Cancún. Se adquirieron los elementos electrónicos básicos como lo fueron resistencias, capacitores, led's, diodos, reguladores de voltaje entre otros transistores.

Así también se reciclaron piezas de dispositivos desechados como lo fueron baterías y motores eléctricos para la realización de pruebas.

Articulo II. Desarrollo del prototipo

La etapa del desarrollo del prototipo es las más compleja, pero a la vez la más interesante, ya que se integró todo lo que se planteó en etapas anteriores. Se construyó el prototipo y se realizaron pruebas parciales, se hace la redacción de todos los sucesos que se den en la construcción del prototipo.

El desarrollo del proyecto se describe con las siguientes fases:

- Conectividad del módulo wifi e intercambio de información.
 - Uso y programación PIC16F877A.
 - Manipulación y programación de sensores de temperatura, humedad, monóxido de carbono y gas metano.
 - Desarrollo de circuito electrónico.
-

- Conexión y configuración de cámara de video ip.
- Diseño de interfaz grafica.
- Armado del sistema telemétrico

Articulo III. Conectividad del módulo wifi e intercambio de información

Para la conexión se estableció el uso de un router inalámbrico que permitiera conectar en una misma red el modulo wifly, la cámara ip y el ordenador controlador.

Se utilizó el router Huawei hg530 como host para la conectividad de los dispositivos inalámbricos. El router es de los que proporciona la empresa de telefonía Telmex en el servicio de internet. Dicho router se alimenta a través de un regulador de voltaje de salida de 12 V a 1 amp. Por lo que para casos remotos donde no exista instalación eléctrica se utiliza una batería recargable de 12 V a 7 Amp. La batería eléctrica suministra el suficiente voltaje y amperaje para el adecuado funcionamiento del router inalámbrico.



Figura 7. Imagen tomada a Router inalámbrico utilizado

En la fase de conectividad WiFi se realizó la investigación del funcionamiento del modulo wifly RN-XV adquirido. El módulo wifly funciona con el protocolo de comunicación wifi [IEEE 802.11b](#)¹³. Se anexa al final del documento la hoja de datos del módulo wifly para mayor información del módulo.

Debido a que el módulo wifly requiere de alimentación eléctrica a un voltaje de 3.3 V, se adquirió una base que regula el voltaje a 3V y protege al equipo wifly de cargas de voltaje superiores a las soportadas por el módulo. El regulador xbee fue diseñado para el módulo XBEE, pero es compatible con el módulo wifly. Al final se anexa hoja de datos.

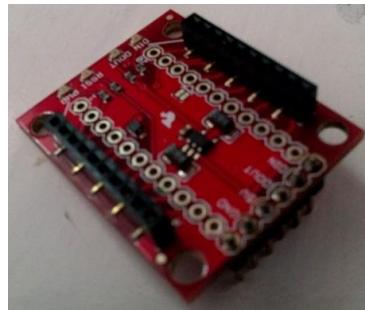


Figura 8. regulador xbee

Después de leer la hoja de datos del regulador y del módulo wifly se procedió a conectar eléctricamente los dispositivos para tener comunicación. Se realizó con suma cuidado el cableado del regulador eléctrico ya que se quería evitar dañar los dispositivos por mala conexión de los circuitos.

El funcionamiento de los dispositivos para la comunicación del proyecto propuesto, resultó más simple de lo imaginado. Solo fueron 5 conexiones que requiere la base reguladora para funcionar con el módulo wifly. En la figura 7. Se puede analizar las 5 conexiones realizadas. La conexión A resulta ser el puente que se realiza para alimentar de 3.3 V el pin 4 del módulo wifly para realizar conexiones en modo ad-hoc. Esto es para interconectar directamente el módulo wifly con un dispositivo wifi. La conexión B es tierra y la conexión E es voltaje que se alimenta con 5V. La conexión C es Tx y D es Rx.

El modo ad-hoc permite realizar una conexión de comunicación entre dos dispositivos wifi. Este modo se utilizo para realizar las pruebas de comunicación del modulo wifly.

¹³Página: <http://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html>

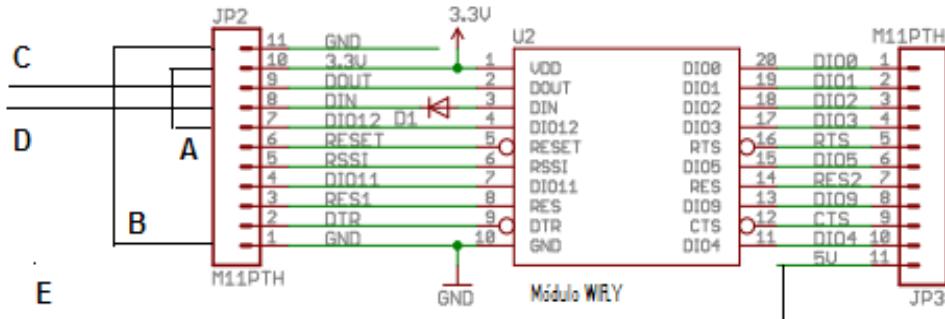


Figura 9. Diagrama de conexión de regulador y módulo wifly.

Se utilizaron dos computadoras para la prueba. En una computadora se conectaba a través del puerto serial a un dispositivo max232, para después interconectar RX y TX del módulo regulador. A través de la aplicación Tera Term Pro que es un software de comunicación, se pudo establecer comunicación entre las dos computadoras y se recibió un mensaje que envía automáticamente el módulo wifly al conectarse exitosamente.

Fue necesario una computadora, el módulo wifly y la herramienta Tera Term Pro para configurar el módulo. Primeró se configuró el módulo por hardware, en modo Adhoc por lo que se requirió alimentar de 3.3v el pin 8 del módulo, denominado GPIO 9, con el cual también se puede restablecer los valores de fábrica aplicando el voltaje de 3.3v, en 5 pulsos seguidos con intervalos de tiempo pequeños (menos de un segundo), al realizarse la conexión del pin 8 aparecerá la red abierta con el nombre de Wifly-GSX-xx (los ultimos dígitos corresponden a los últimos bytes de la dirección MAC del dispositivo), el dispositivo que realizó la conexión, en este caso la computadora, se conectó a la red adhoc.

La dirección ip que nos arrojó el módulo wifly fue 169.254.1.1 por lo que en la terminal Tera Term Pro se configuró la conexión para la dirección 169.254.1.1 en el puerto 2000 (valores por defecto del módulo).

Una vez hecha la conexión nos aparecerá el mensaje “*Hello*” como se muestra en la figura 7, al realizar con éxito la conexión. Una vez comprobado que se ha hecho la conexión, entramos al modo comando introduciendo la cadena de caracteres “\$\$\$” que nos devolverá automáticamente la cadena “CMD”, lo que nos indica que hemos ingresado con éxito al modo de comandos .

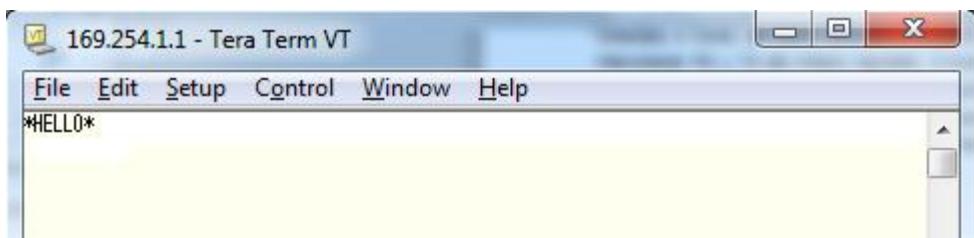


Figura 10. Mensaje de conexión exitosa.

Artículo IV. Línea de comandos para la configuración de wifly

Entre los comandos existentes para la configuración existen los comandos al que se les anteponen los comandos get y set. Si quisieramos modificar un parámetro del módulo, se haría con el prefijo set, por el contrario si solo deseáramos obtener cierta información sería con el comando get. Cabe señalar, para que los cambios realizados en la configuración surjan efecto en al reinicio del módulo se debe utilizar el comando “save” para poder guardar los cambios, así también . Dentro de los parámetros de configuración, existe el parámetro “join”, que admite el valor de 0 ó 1 e indica si el módulo se conecta

automáticamente a un Acces Point configurado previamente con los comandos “set”.

El módulo puede utilizarse en modo Adhoc o puede conectarse a una red por medio de un Acces Point, en ese caso se tendría que configurar primero en modo de comandos los valores de la red para que se conecte automáticamente.

Para configurar la conexión automática a una red se ingresa el comando:

```
set w ssid "nombre de la red"
```

En caso que la red tenga clave, primero se elige el tipo de encriptación de la clave por medio del comando :

```
set w auth <i>
```

en donde “i” indica el tipo de encriptación soportada, a continuación se muestra la tabla de valores:

Value	Authentication Mode
0	Open (Default)
1	WEP-128
2	WPA1
3	Mixed WPA1 & WPA2-PSK
4	WPA2-PSK
5	Not Used
6	Adhoc, Join any Adhoc network

Una vez configurada la encriptación se procede a ingresar la contraseña por medio del comando :

```
set w key <contraseña de 13 bytes>
```

Para que el módulo realice la conexión automática a la red, es necesario establecer el valor de join a 1 por medio del comando:

```
set w join 1
```

los valores del comando “join” se muestran a continuación:

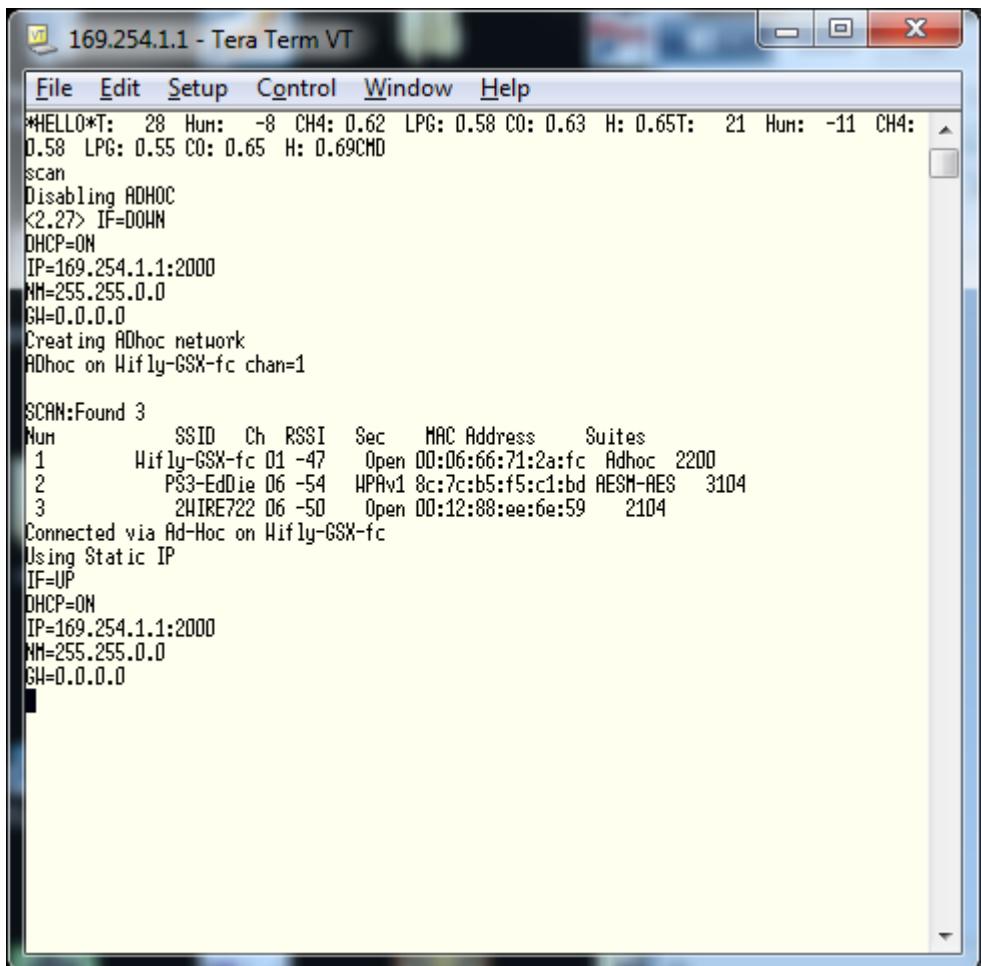
Value	Policy
0	Manual, do not try to join automatically
1	Try to join the access point that matches the stored SSID, passkey and channel. Channel can be set to 0 for scanning. (Default)
2	Join ANY access point with security matching the stored authentication mode. This ignores the stored SSID and searches for the access point with the strongest signal. The channels searched can be limited by setting the channel mask.
3	Reserved – Not used
4	Create an Adhoc network, using stored SSID, IP address and netmask. Channel MUST be set. DHCP should be 0 (static IP) or set to Auto-IP with this policy. (unless another Adhoc device can act as DHCP server) This policy is often used instead of the hardware jumper to create a custom Adhoc network

Figura 11.- Valores en el parámetro del comando “join”

Para realizar un escaneo de las redes se puede hacer por medio del comando:

scan

como se muestra a continuación:



The screenshot shows a terminal window titled "169.254.1.1 - Tera Term VT". The window contains the following text output:

```
*HELLO*T: 28 Hum: -8 CH4: 0.62 LPG: 0.58 CO: 0.63 H: 0.65T: 21 Hum: -11 CH4: 0.58 LPG: 0.55 CO: 0.65 H: 0.69CMD
scan
Disabling ADHOC
<2.27> IF=DOWN
DHCP=ON
IP=169.254.1.1:2000
NM=255.255.0.0
GH=0.0.0.0
Creating Adhoc network
ADhoc on Wifly-GSX-fc chan=1

SCAN:Found 3
Num      SSID   Ch  RSSI  Sec   MAC Address     Suites
1        Wifly-GSX-fc 01 -47    Open 00:06:66:71:2a:fc  Adhoc  2200
2        PS3-EdDie 06 -54    HPAv1 8c:7c:b5:f5:c1:bd AESM-AES  3104
3        2HIRE722 06 -50    Open 00:12:88:ee:6e:59    2104
Connected via Ad-Hoc on Wifly-GSX-fc
Using Static IP
IF=UP
DHCP=ON
IP=169.254.1.1:2000
NM=255.255.0.0
GH=0.0.0.0
```

Figura 12.-Comando scan

Se puede habilitar el dispositivo para tomar la dirección ip del servidor de direcciones DHCP del router por medio del comando:

```
set i dhcp 1
```

En caso de utilizar un ip estático entonces el valor de 1 se cambió a 0 y luego se ejecuta el comando:

```
set i address <ip>
```

Para asignarle la ip estática.

Una vez configurada la red, es necesario guardar los cambios utilizando el comando:

```
save [“perfil”]
```

La cadena es opcional y nos sirve para guardar los perfiles de distintas configuraciones de la red. Si este comando no se aplica, una vez reiniciado el módulo los cambios hechos, se perderán.

Se muestra una imagen del módulo configurado y conectado al router Huawei hg530

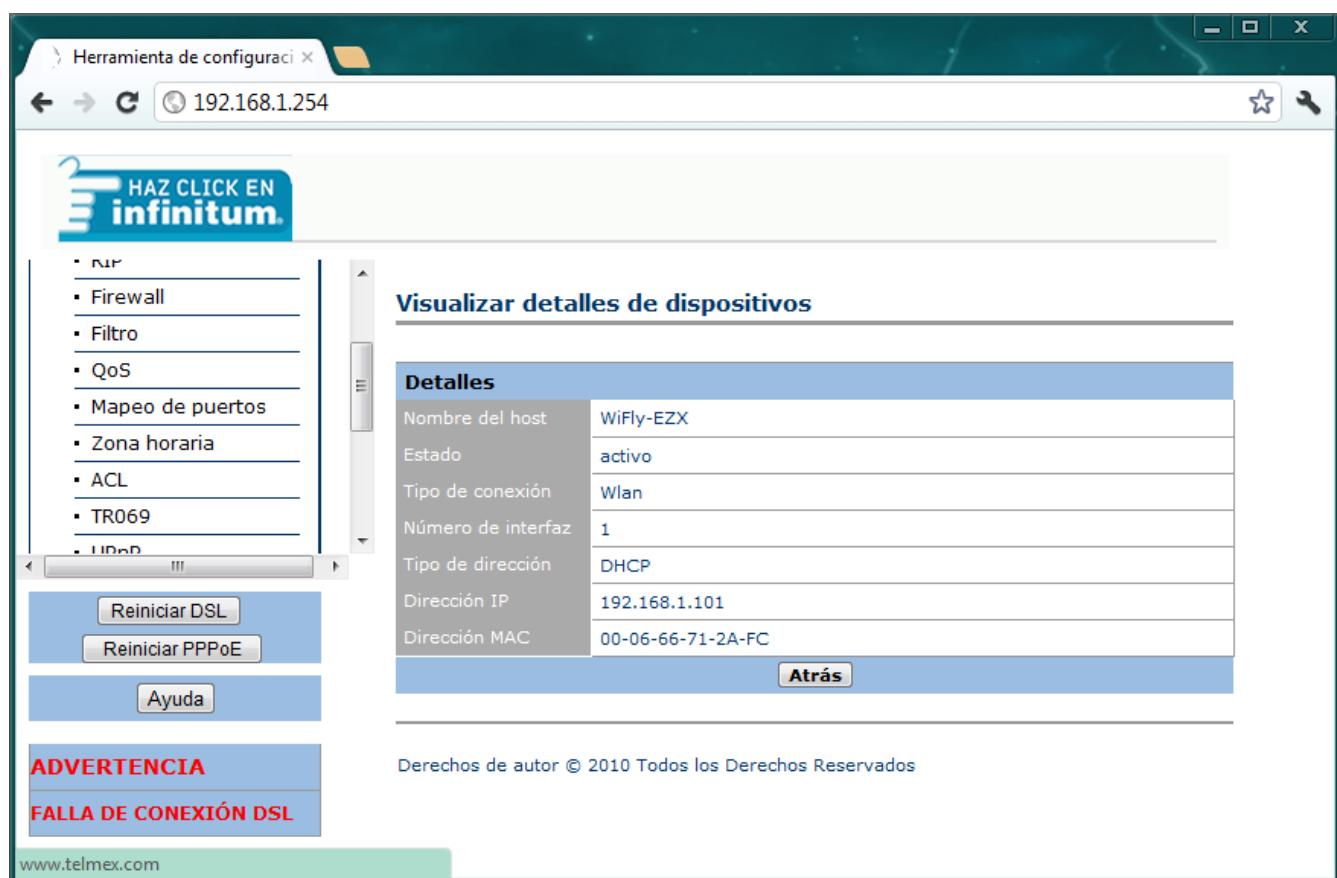


Figura 13.-Vista de los detalles del dispositivo Wifly

Vemos que en los detalles el tipo de conexión es inalámbrica y el estado del dispositivo es activo.

Articulo V. Programación PIC16F877A

Se utilizó el microcontrolador pic16F877A ya que se tenía conocimientos previos del manejo y programación de este dispositivo. El pic16F877A es el cerebro del prototipo y controla los elementos electrónicos que están conectados al prototipo, así también envía y recibe la información por medio del módulo wifly.

Se programó funciones básicas para el funcionamiento del pic16F877A. Para esto se utilizó la aplicación pic c que es un compilador en lenguaje C. Resultó ser más fácil la programación en esta aplicación que en código ensamblador. En esta aplicación se programa y compila las instrucciones que se implementaran al pic16f877a.

Así también se utilizó Isis Proteus que permite simular el funcionamiento de dispositivos electrónicos. Sin duda resulta de gran ayuda utilizar esta aplicación ya que el tiempo en armar un circuito resulta ser más rápido de manera virtual a que si se armara físicamente el circuito. En Isis proteus se puede ver el comportamiento de un circuito, es por ello que las pruebas se hacían primero de manera virtual.

La conexión básica para el funcionamiento del microcontrolador pic16F877A es la siguiente:

- En el pin 1 se conecta una resistencia 10 Kohms y puenteada a negativo
- En el pin 11 se conecta a voltaje de 5V.
- El pin 12 se conecta a tierra.
- En el pin 13 y 14 se puentea con un reloj de cuarzo de 4 MHz.
- En el pin 13 se puentea a tierra con un capacitor de 22mF.

- En el pin 14 se puentea a tierra con un capacitor de 22mF.

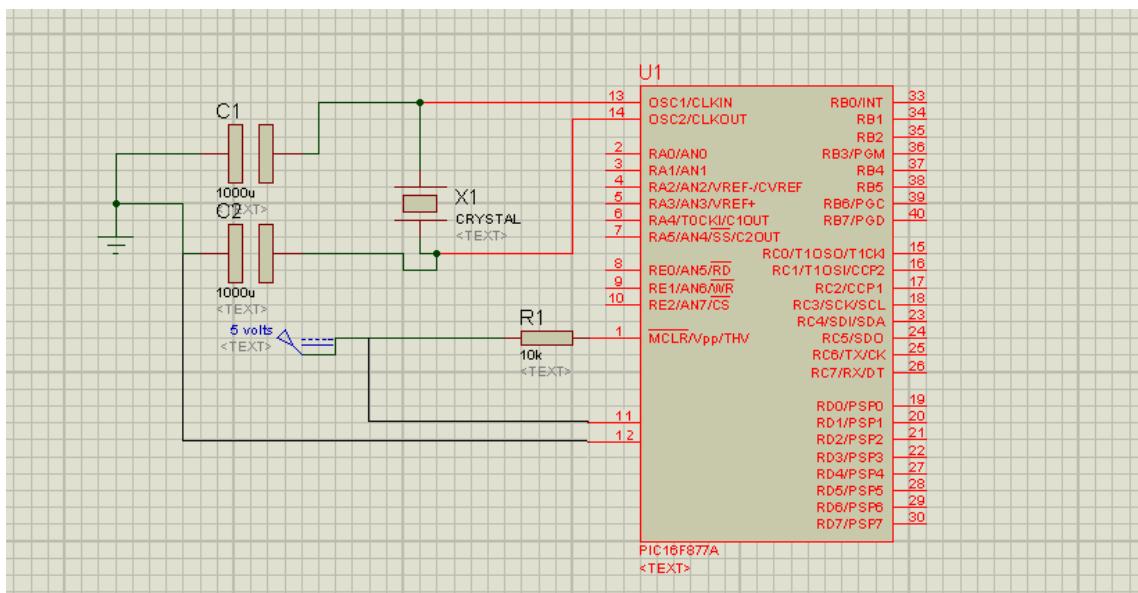


Figura 14. Diagrama de conexión básica creada en ISIS PROTEUS del pic 16f877.

El pic16F877A es capaz de recibir señales analógicas y transformarlo a datos digitales, para esto se tiene que conectar a los puertos analógicos asignados por el pic16F877A. Cabe destacar que los sensores solo envían información al microcontrolador, por lo que el microcontrolador no requiere comunicarse con los sensores.

Para programar el microcontrolador se utilizó la aplicación PIC c. Para conocer el ambiente en programación de microcontroladores en C se utilizaron diversos tutoriales y se programaron algunas tareas simples de prueba.

En la programación de la función del microcontrolador se utilizó la técnica de polling, esto debido a que el microprocesador requería procesar de diversas tareas a la vez, estas tareas eran la de mover los motores en caso de recibir la instrucción a través del módulo o enviar la información que se recibía en el puerto analógico de los sensores, esta instrucción se realizó como opcional para controlar 2 motores para casos de la utilización de vehículos transportadores del sistema telemétrico. Por lo cual se programó una interrupción que consiste en paralizar y pausar la tarea que se esté realizando el microcontrolador para realizar la actividad de verificar y enviar los datos que

se reciben en el puerto analógico, esta interrupción se realiza cada segundo. Al finalizar esta tarea, se prosigue a continuar donde se había pausado la tarea anterior.

Se anexa el código implementado en picc para el funcionamiento del pic16f877a.

```
/////////////////////////////inicio de codigo///
int contador;
unsigned int16 tension;
float temperatura,humedad,butano,monoxido,voltaje=5.0;
#define Timer0
////////////////////Función de interrupcion
void DesbordeTimer0() //interrupción
{
    contador = contador +1;

    if (contador == 32){
        output_bit(PIN_D0,!input(PIN_D0));
        contador=0;
        tension=0;
        voltaje=5.0;

        set_adc_channel(0);
        delay_us(10);
        tension=read_adc();
        delay_ms(1);
        temperatura=((voltaje*tension)/1024);

        set_adc_channel(1);
        delay_us(10);
        tension=read_adc();
        delay_ms(1);
        humedad=((voltaje*tension)/1024);

        set_adc_channel(2);
        delay_us(10);
        tension=read_adc();
        delay_ms(1);
        butano=((voltaje*tension)/1024);

        set_adc_channel(3);
        delay_us(10);
        tension=read_adc();
        delay_ms(1);
        monoxido=((voltaje*tension)/1024);

        printf("#. T:%5.1f Hum:%5.0f CH4:%5.2f CO:%5.2f ",(((temperatura*1000)-500)/10),((humedad-0.958)/0.0307),butano,monoxido);
    }
}
```

```

        //Enviamos el dato que recibimos en el puerto analógico
    }
SET_TIMER0(12);

}

///////////////////////////////fin de funcion de interrupcion

void main(void)      //función principal
{
    char ch;
    contador =0;
    output_d(0x00);
    set_tris_d(0x00);

    setup_adc_ports(ALL_ANALOG);           // Declaracion de puertos analógicos
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL);
    setup_psp(PSP_DISABLED);
    setup_spi(SPI_SS_DISABLED);
    SETUP_TIMER_0(RTCC_DIV_256|RTCC_INTERNAL|RTCC_8_BIT); //Preescalar a
256, TMR0 Interno con 8 bits
    setup_timer_1(T1_DISABLED);
    setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
    setup_comparator(NC_NC_NC_NC);
    setup_vref(FALSE);

SET_TIMER0(12);
ENABLE_INTERRUPTS( INT_Timer0 );
ENABLE_INTERRUPTS( GLOBAL );
while(TRUE)
{
//restart_wdt();

    if( kbhit() )
    {
        ch=getch();
        switch(ch)
        {
            case 't': // En caso de t mover motores en mismo sentido adelante
                output_high(pin_b0);
                output_low(pin_b1);
                output_high(pin_b2);

                break;
            case 'g': //En caso de g mover motores en mismo sentido atras
                output_low(pin_b0);
                output_high(pin_b1);
                output_high(pin_b2);

                break;
            case 'f': // En caso de f doblar hacia la izquierda

                output_high(pin_b3);
                output_low(pin_b4);
                output_high(pin_b5);

                break;
        }
    }
}

```

```

    case 'h': // En caso de h mover motores en sentido opuesto doblar hacia la
derecha

    output_high(pin_b3);
    output_high(pin_b4);
    output_low(pin_b5);

    break;

default:

    output_high(pin_b0);
    output_low(pin_b1);
    output_low(pin_b2);
    output_low(pin_b3);
    output_high(pin_b4);
    output_low(pin_b5);

    break;
}

else
{
}

}
}

```

Articulo VI. Manipulación y programación de sensores. Temperatura, humedad, monóxido de carbono y gas metano.

Se utilizó en el proyecto distintos tipos de sensores. Un grupo de estos sensores son capaces de medir la intensidad de gases como el metano, y monóxido de carbono, de un área determinada. También se incorporaron sensores de temperatura y humedad. Todos los sensores utilizados en el sistema telemétrico determinan la medición de parámetros con la intensidad de voltaje de salida. Los sensores miden temperatura, humedad, gas metano y monóxido de carbón.

1. Sensor de temperatura.

El sensor de temperatura utilizado en el proyecto fue el tmp36 y se compró a la empresa de electrónica Sparkfun a un costo de \$ 19.00 pesos M.N. Este sensor de temperatura es de bajo voltaje y de alta precisión en medición. La medición de la temperatura es representada por la salida de voltaje que es linealmente proporcional a los grados Celsius.



Figura 15. Imagen de sensor de temperatura tmp36

Fuente: <http://www.sparkfun.com/products/245>

La característica principal de usar este dispositivo es la simplicidad al utilizarlo. El dispositivo consta de 3 patitas, en la cual en la primera se alimenta de voltaje de de 2.7 V a 5.5. La tercera patita a tierra. Por último la patita sobrante, que es el número 2, es la que arroja un voltaje proporcional de a la temperatura en Celsius.

El sensor de temperatura tmp36 esta estandarizado a un censado de 25° C. El valor de salida será de 750 milivolts en caso estandar. Por cada grado de diferencia en comparación del estándar la salida se representara con la suma o resta de 10 mV. Es decir, el sensor tmp36 en caso de que se esté censando un área donde la temperatura se encuentre en 24°C el valor de salida será de 10 mV menos a la salida estándar (750 mv), la salida sería de 740 mV. Por lo contrario sí la temperatura es mayor al estándar se suma 10 mV por cada grado Celsius de diferencia. En 28° C el sensor tmp36 arrojaría un voltaje de salida de 780 mV, 30 mV mas a comparación de la salida estandar

2. Sensor de humedad

Se utilizo el sensor de humedad HIH-4030. El sensor de humedad se adquirió en empresa de electrónica Sparkfun, el costo unitario del sensor fue de \$ 220.35 M.N.



Figura 16. Imagen de sensor de humedad HIH-4030

Fuente: <http://www.sparkfun.com/products/9569>

El sensor de temperatura indica la humedad existente en el ambiente con una señal analógica en una de sus patitas. Al igual que el sensor de temperatura, el sensor de humedad tiene 3 patitas. El primero se conecta a tierra, el de en medio es la salida de la señal analógica y el tercero se conecta a 5 V. La señal de salida es un voltaje proporcional al porcentaje de humedad del área donde se está censando.

FIGURE 9. TYPICAL APPLICATION CIRCUIT

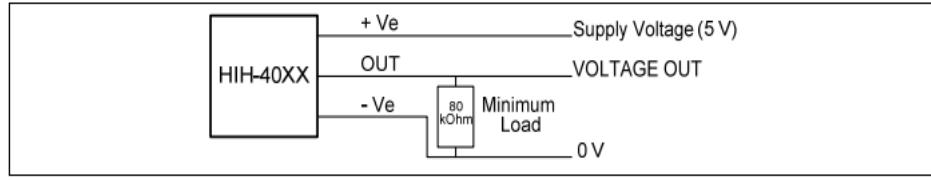


Figura 17. Imagen de conexión sensor de humedad HIH-4030

Fuente: <http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Weather/SEN-09569-HIH-4030-datasheet.pdf>

La señal analógica de salida del sensor de humedad inicializa de .958 V, en el voltaje de inicialización indicaría 0% de humedad, cada por ciento de humedad se representa por 30.7 mV. Por lo que un ambiente con 100% de humedad debería de indicar la señal analógica un valor de $100 \times 30.7 + 958$ mV, que sería igual a 4028 mv.

3. Sensor de gas metano

EL sensor de gas metano mq-4 fue comprado a la empresa Sparkfun y tiene un costo de \$ 65.00 pesos M.N.

El sensor de gas Mq-4 es tiene mayor sensibilidad al gas metano, aunque puede detectar varios tipos de gases como el lpg, hidrogeno, monóxido de carbono, alcohol y smog.

Tiene una capacidad para detectar concentraciones de 200 a 10000 partículas por millón. El sensor funciona como una resistencia eléctrica, a mayor intensidad gas mayor será el voltaje de salida en la patita.

La conexión del sensor mq-4 varía a los otros sensores utilizados en el prototipo, ya que el sensor mq-4 consta internamente de varias resistencias. El sensor Mq-4 consta de 6 patitas, de las cuales 3 se conectan a 5V, una a tierra, otra a tierra con una resistencia intermedia de 10 Kohms y la última es la señal de salida que nos indica la cantidad de partículas de gas sensado.

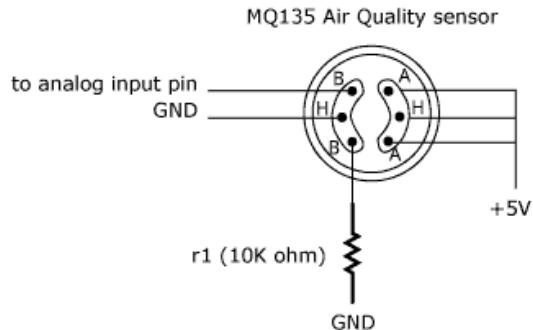


Figura 18. En la figura que sigue se puede observar el tipo de conexión que se realizó para el adecuado funcionamiento del sensor de gas metano.

Fuente: <http://wiring.org.co/learning/basics/airqualitymq135.html>

4. Sensor de monóxido de carbono

EL sensor de monóxido de carbono mq-7 fue comprado a la empresa Sparkfun y tiene un costo de \$ 94.50 pesos M.N.

La funcionalidad y conectividad del sensor de monóxido de carbono mq-7 es la misma que el del sensor m4. Cuenta con la misma cantidad de patitas que son 6. La diferencia del sensor mq-7 es que tiene mayor sensibilidad para la detección de concentración de monóxido de carbono y tiene un rango de detección de 20 a 2000 ppm. En la figura inferior se puede ver la grafica de sensibilidad a distintos gases del sensor mq-7.

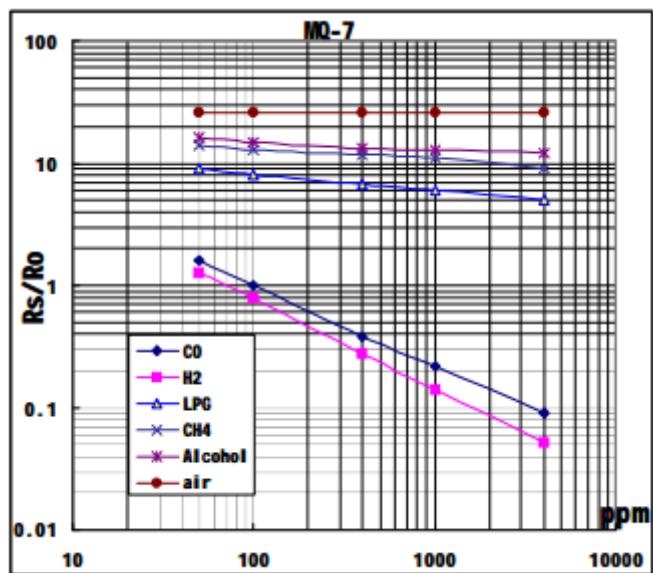


Figura 19. Tabla de sensibilidad de gas del sensor mq-7

Fuente: <http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>

Articulo VII. Desarrollo de circuito electrónico

Primeramente se realizan las pruebas de manera virtual con la aplicación simuladora Isis Proteus. Esta herramienta sirve como principal filtro para la detección de errores y fallos en el circuito diseñado, así también indica vulnerabilidades al iniciar la ejecución es decir la simulación virtual del circuito.

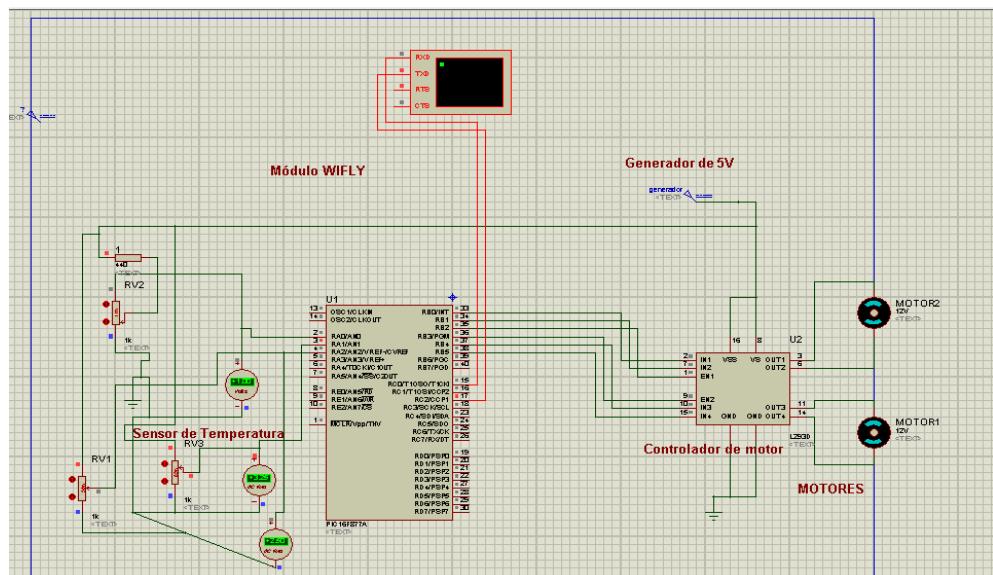


Figura 20. Diagrama de circuito eléctrico simulado en Isis Proteus

El siguiente proceso que se realizó es la prueba real de los circuitos electrónicos en una tabla electrónica de pruebas conocida como protoboard. En la protoboard se armó de la misma forma como se simuló en Isis Proteus, por lo que este segundo proceso también funciona como filtro para depurar errores y evaluar resultados.

En los circuitos que se simularon en Isis Proteus se pudo observar que existen variaciones en el comportamiento de un circuito a comparación de los probados en una protoboard. Por lo que se puede definir que la simulación de circuitos electrónicos en Isis Proteus no es 100 % confiable, ya que no en todos los casos los resultados eran idénticos a los obtenidos en un protoboard. Pero sin duda es una herramienta que facilita el diseño de un circuito electrónico ya que permite el armado y evaluación de resultados en un corto tiempo sin arriesgar la integridad de los dispositivos electrónicos.

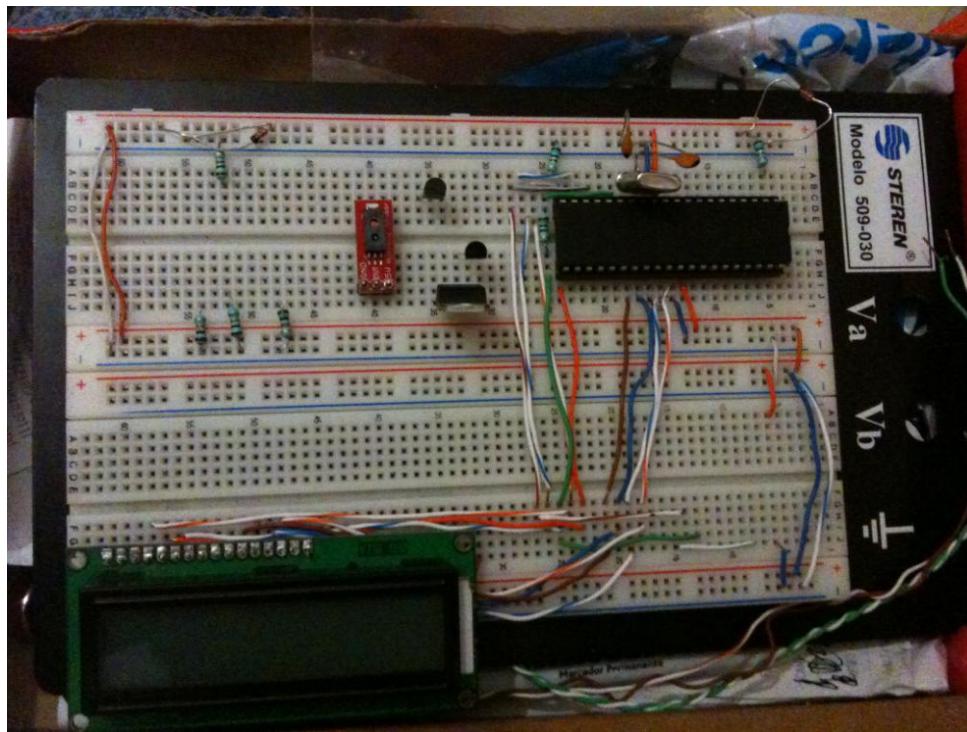


Figura 21. Imagen tomada a circuito eléctrico montado en un protoboard para realización de pruebas.

Al finalizar la etapa de elección, conexión y posteriormente realización de pruebas de los dispositivos electrónicos utilizados en el circuito, se prosiguió al desarrollo una tablilla electrónica propia del circuito desarrollado.

El proceso para la realización tablillas eléctricas consiste en los siguientes pasos:

1. Diseñar un diagrama del circuito a desarrollar
2. Graficar el diagrama del circuito en una tabla fenólica (tablilla de cobre)
3. Derretir el sobrante de cobre en la tablilla con cloruro ferrico, a este proceso se le llama etching.
4. Perforar orificios en la tablilla donde ingresaran las patas de los dispositivos electrónicos.
5. Soldar las patas a la tabilla

Para el diseño del diagrama se utilizó la aplicación de Isis Proteus que permite realizar un bosquejo del circuito electrónico desarrollado.

Para graficar la placa fenólica se realizó de manera manual. Se observó que al graficar de forma manual se ocupa un área extensa de la placa fenólica, así también se observa un resultado poco estético. El resultado se puede ver en la figura 17.

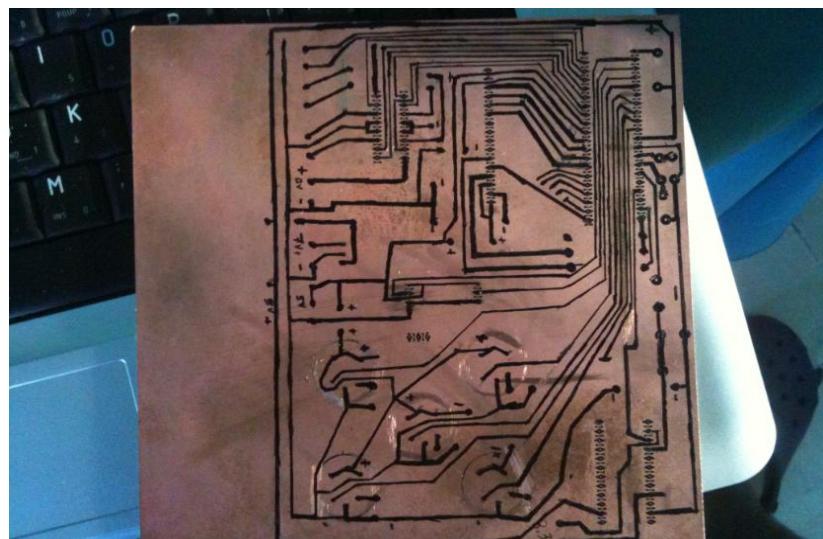


Figura 22. Imagen tomada a la rotulación manual del circuito electrónico en la placa fenólica.

Otra forma que se utilizó es la aplicación EAGLE LAYOUT EDITOR 6.1.0 para el desarrollo de circuitos electrónicos impresos. Se puede adquirir la aplicación Eagle en versión gratuita por 30 días en la página oficial de Eagle <http://www.cadsoftusa.com/>. En Eagle se selecciona los dispositivos electrónicos que se utilizarán y se interconectan, se diseña el diagrama del circuito electrónico a desarrollar en el modo esquemático. Como se muestra en la figura 11.

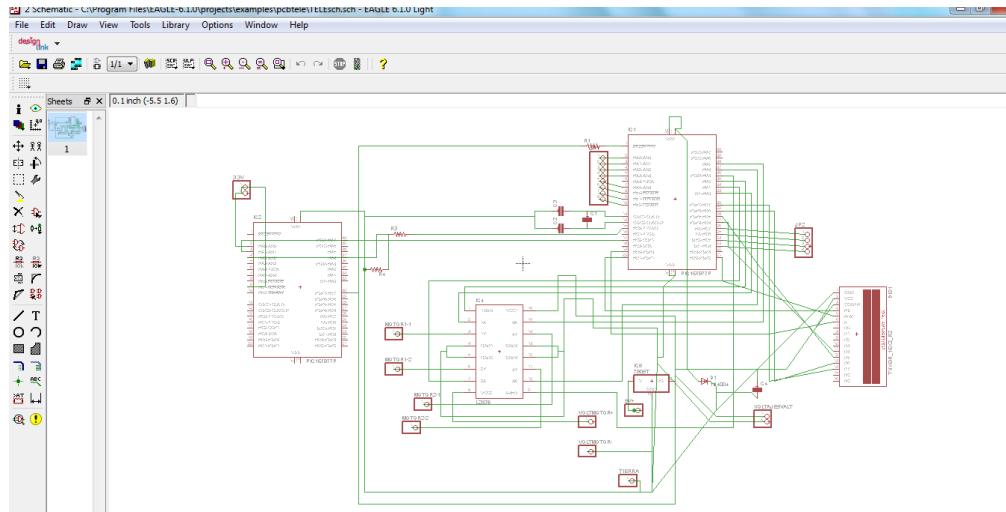


Figura 23. Impresión de pantalla de ventana esquemática de circuito electrónico en Eagle Layout.

Ya realizado el modo esquemático se creó automáticamente un escenario en modo tablilla, es decir, una ventana donde se visualiza el esquema a modo real de los dispositivos y pistas electrónicas montadas en una tablilla. En este modo podemos modificar el diseño de la tabilla electrónica moviendo de lugar dispositivos y pistas de la forma que más nos convenga. Cabe mencionar que la aplicación Eagle Layout Editor cuenta con un autorouter. El autorouter diseña de forma automática el diagrama del recorrido de pistas, permitiendo tener en segundos el recorrido de decenas de pistas que en diseño manual llevaría horas. En la imagen 18 se muestra el resultado de un esquema realizado con la opción autorouter.

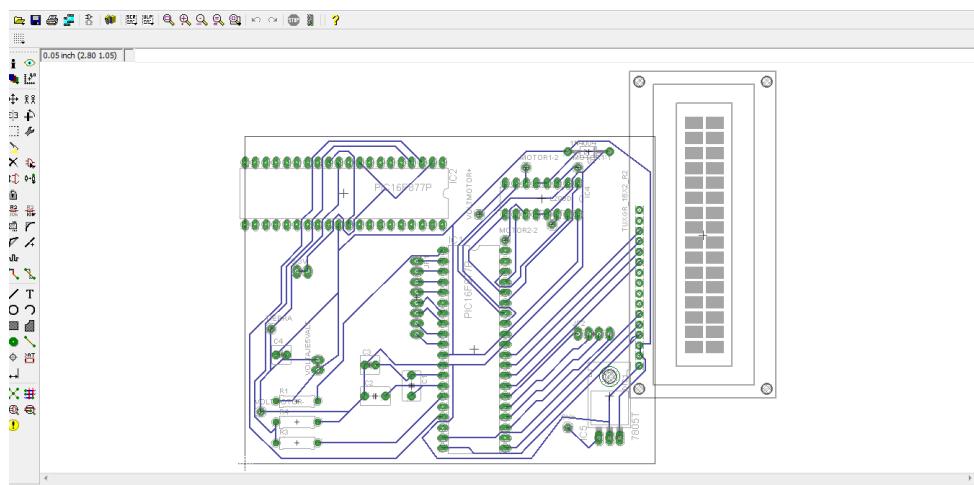


Figura 24. Imagen de vista de diseño de circuito en Eagle Layout

Articulo VIII. Conexión y configuración de cámara de video ip

Se utilizó una camara ip, el cual se tuvo que configurar para que ésta haga la conexión inalámbrica hacia el router, de manera automática.

Se conectó por medio de un cable de red ethernet al router. La cámara ya tenía habilitado la opción de obtener una ip por medio del servidor dhcp, configurado previamente en el router huawei hg530 y que transmitía a través del puerto 1080.

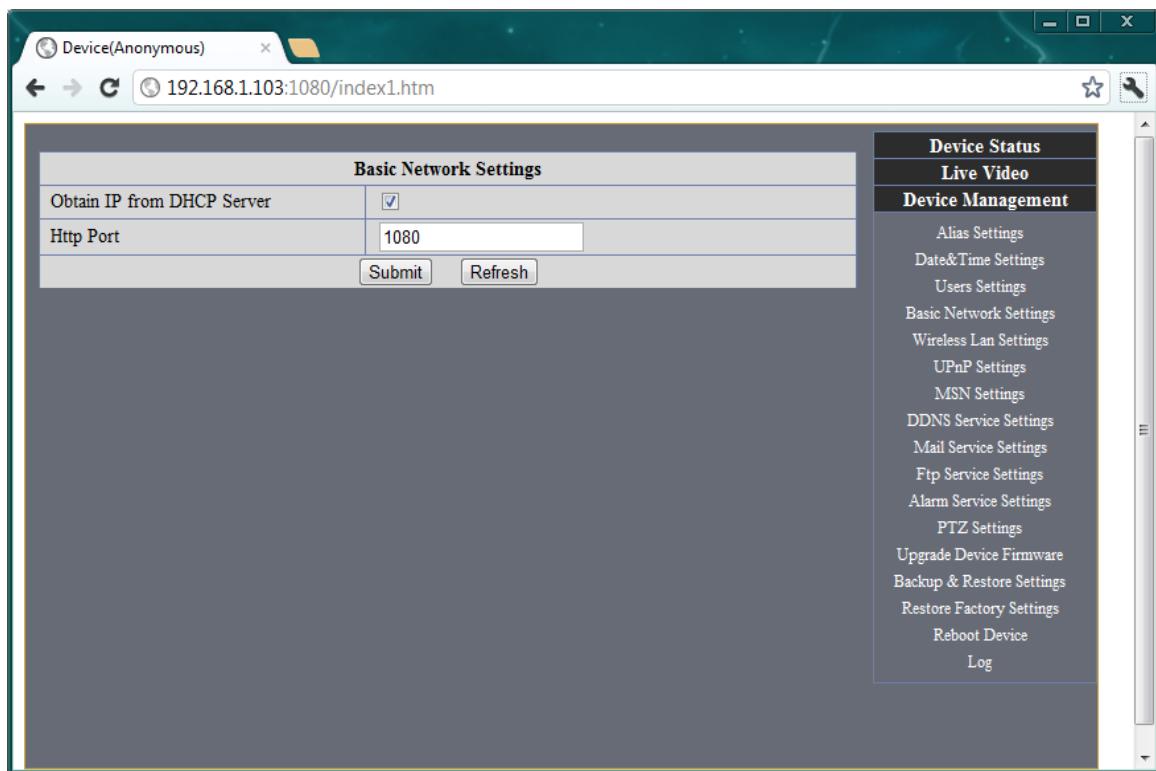


Figura 25.- configuración del servidor dhcp y del puerto de la cámara

Así que para ingresar al portal del módem, se ingresaba en la barra de direcciones del navegador la dirección ip de la cámara seguido de dos puntos y el puerto que en este caso lo configuramos en el puerto 1080. Al ingresar salió una ventana de identificación, el cual pedía el nombre de usuario y contraseña, que por default viene configurado como usuario :admin y sin contraseña.

En el área de red inalámbrica, en el portal de la cámara se pudo configurar de modo que la cámara, escaneaba las redes que detectaba a la redonda por medio del botón “Scan” y eligiendo la red, para copiar su SSID. Cabe señalar que la red “INFINITUM8900”, que fue la que nosotros utilizamos, se configuró de forma que sea una red abierta, esto con fines de pruebas y no volver a ingresar la contraseña una y otra vez que se requiera.

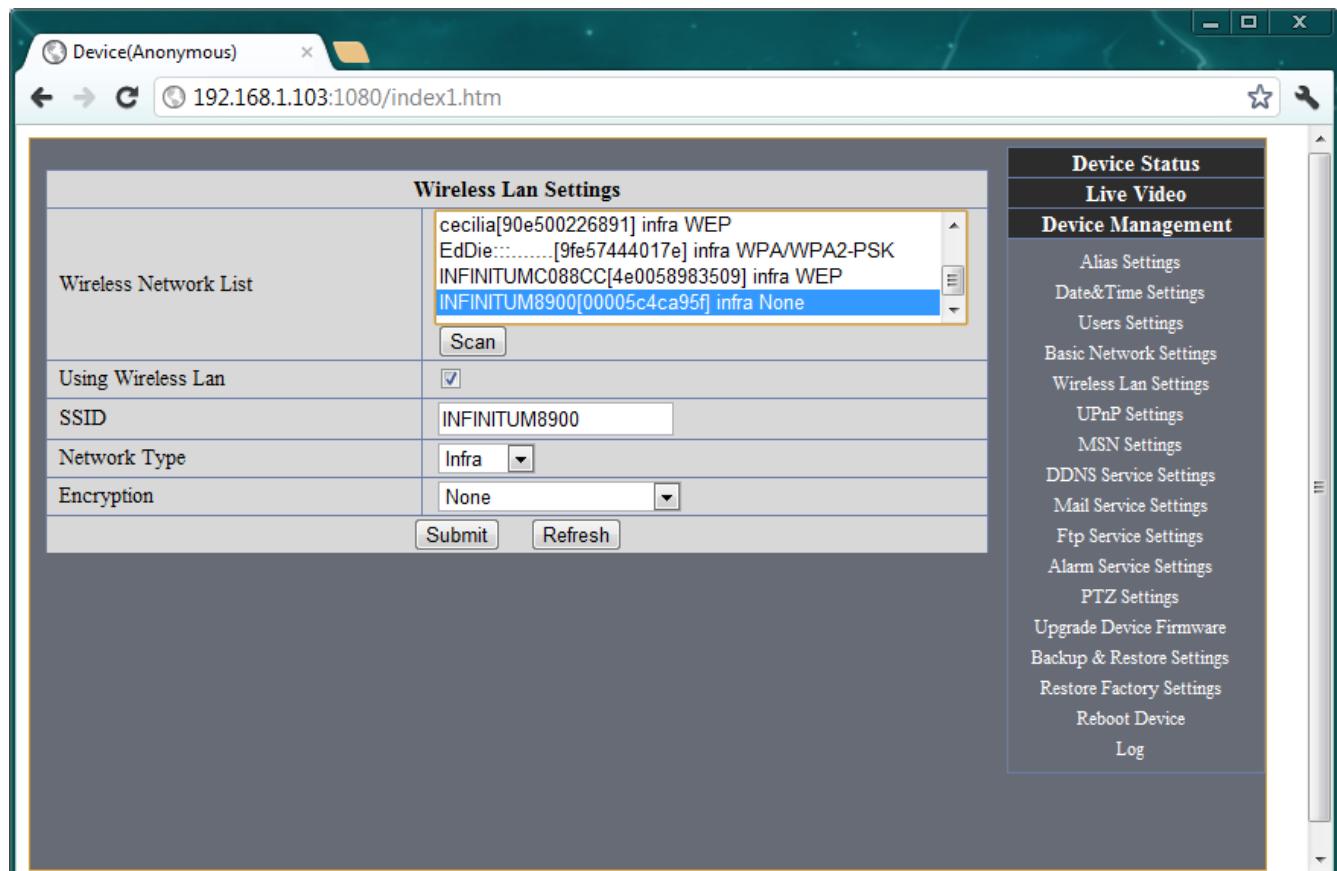


Figura 26.-Configuración de la red inalámbrica

Al apretar el botón “Submit”, la cámara reiniciaba para aplicar los cambios.

Como se puede ver se puede configurar la contraseña en caso de que una red cuente con clave. Para eso se elige el tipo de encriptación de la red y se introduce la contraseña en el campo “key”.

El servidor DHCP del router, asignó la ip 192.168.1.103 a la cámara, por lo que para poder ingresar a la interfaz por medio del programa en visual basic, se añadio un WebBrowser que en su página inicial venia configurado la url: "192.168.1.103:1080"

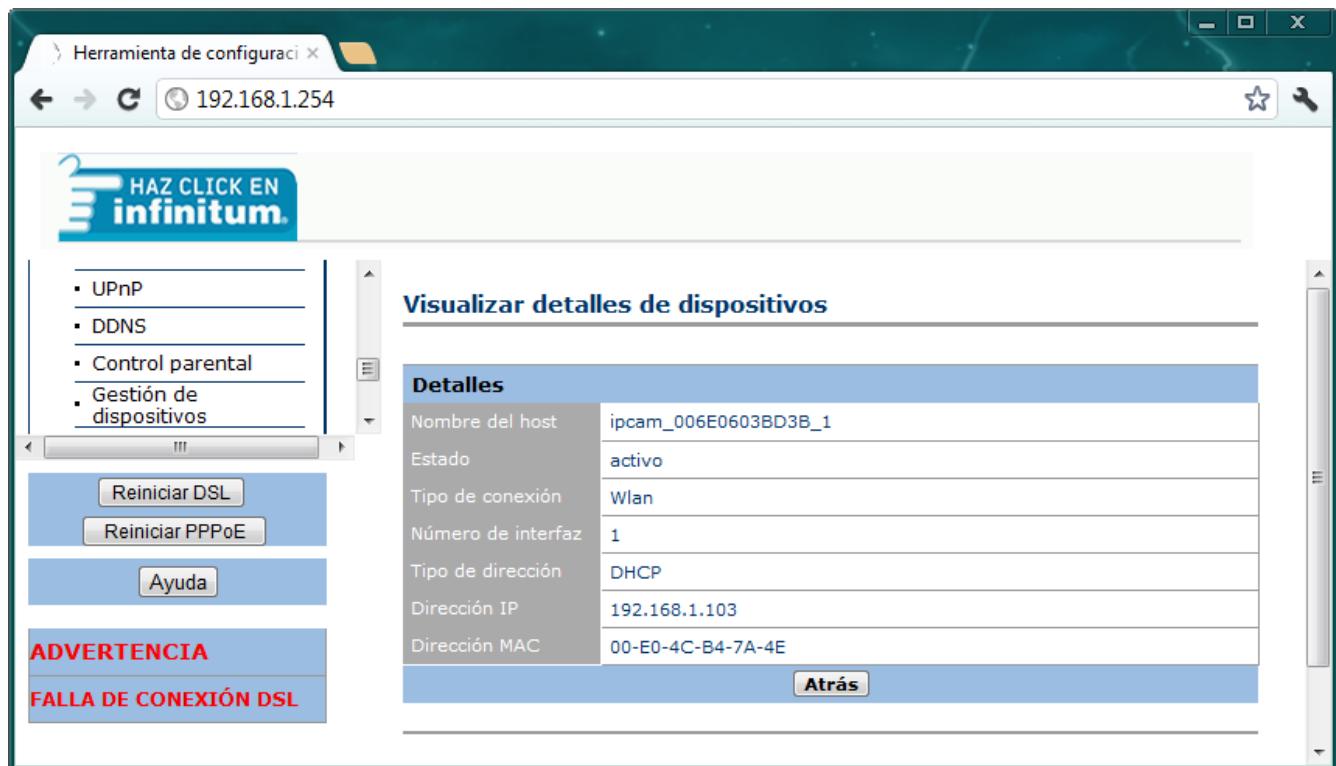


Figura 27.-Vista de los detalles de la conexión de la cámara ip, con el router

Una vez configurada la cámara, en la opción de "Live Video" se ingresaba a la interfaz de control de la cámara.

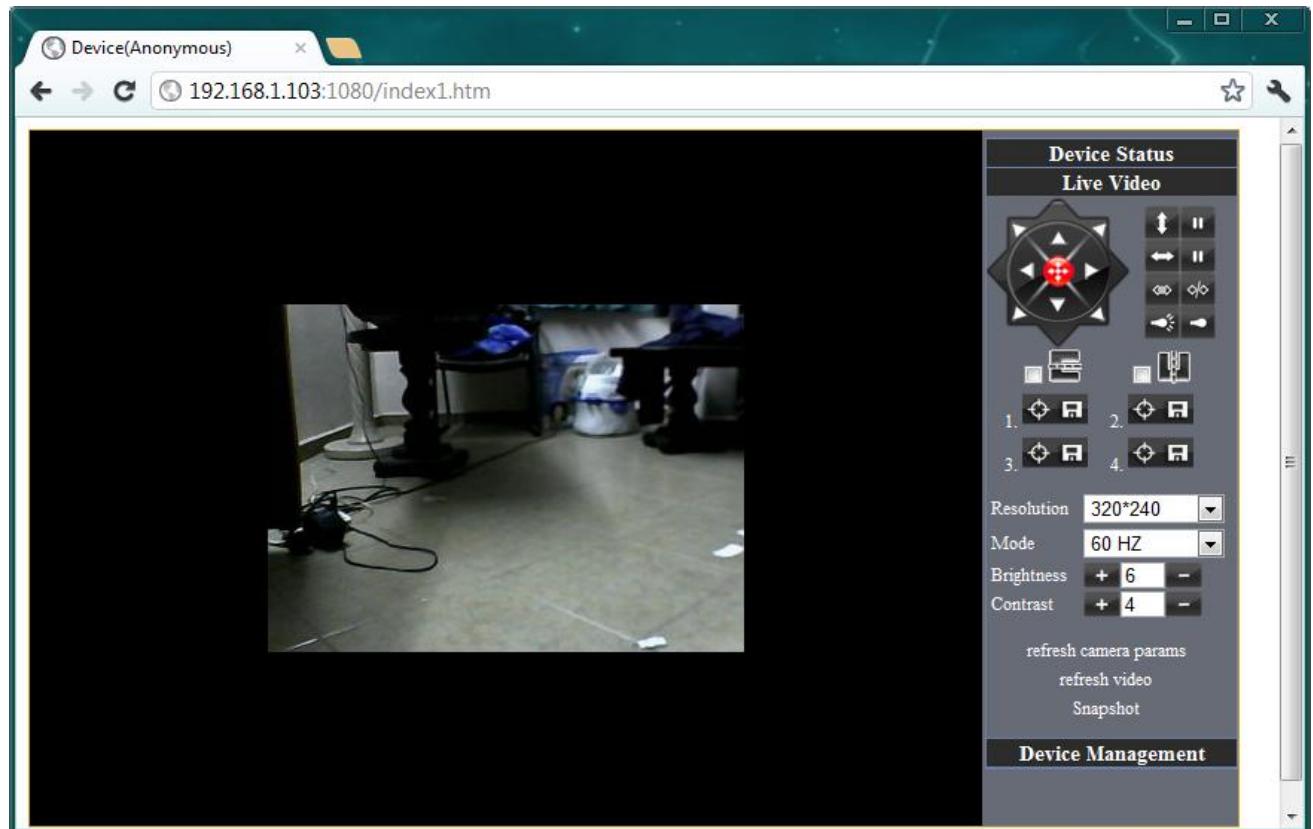


Figura 28.-Interfaz de control de la cámara ip

Como podemos apreciar, se puede configurar la resolución y la frecuencia de actualización del video. Con el fin de que se obtenga un video fluido a un mayor alcance, la resolución se configuró en el modo mas bajo. Aquí mismo se proporcionan los controles para poder mover la cámara.

Articulo IX. DISEÑO DE INTERFAZ GRÁFICA

Se muestra el código del programa hecho en visual basic:

```
Imports System.Threading  
Imports System.Net.Sockets  
Imports System.Text.Encoding  
  
Public Class Form1  
    Private cliente As New TcpClient  
    Private stream As NetworkStream  
    Private texto As String  
    Private responseData As [String]  
    Private dataw, datar As Byte()  
    Private hilo, hilo1 As Thread  
  
    Private caja_lista As ListBox  
    Delegate Sub recibebytes()  
    Dim msj As String  
    Dim camara As WebBrowser  
  
    Private Sub Form1_FormClosed(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.FormClosedEventArgs) Handles Me.FormClosed  
        hilo.Abort()  
    End  
    End Sub  
  
    Private Sub Form1_KeyDown(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.KeyEventArgs) Handles Me.KeyDown  
        Select Case e.KeyCode  
            Case Keys.Up  
                enviar("g")  
                esperar()  
        End Case  
    End Sub
```

```
Case Keys.Down
```

```
    enviar("t")
```

```
    esperar()
```

```
Case Keys.Left
```

```
    enviar("f")
```

```
    esperar()
```

```
Case Keys.Right
```

```
    enviar("h")
```

```
    esperar()
```

```
End Select
```

```
End Sub
```

```
Private Sub esperar()
```

```
    Timer1.Start()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)  
Handles MyBase.Load
```

```
    hilo = New Thread(AddressOf recibedatos)
```

```
    While Not cliente.Connected
```

```
        cliente.Client.Connect("192.168.1.101", 2000)
```

```
    End While
```

```
    stream = cliente.GetStream
```

```
    MsgBox("conectado =" & cliente.Connected)
```

```
    hilo.Start()
```

```
    Me.Select()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub enviar(ByVal car As Char)
```

```
If stream.CanWrite Then  
    dataw = ASCII.GetBytes(car)  
    stream.Write(dataw, 0, dataw.Length)  
End If  
End Sub
```

```
Private Sub PictureBox1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)  
Handles PictureBox1.Click
```

```
    enviar("h")  
    esperar()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub PictureBox4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)  
Handles PictureBox4.Click
```

```
    enviar("g")  
    esperar()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub PictureBox2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)  
Handles PictureBox2.Click
```

```
    enviar("t")  
    esperar()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub PictureBox3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs)  
Handles PictureBox3.Click
```

```
    enviar("f")  
    esperar()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub recibedatos()
    Do While True
        msj = leer()
        Me.Invoke(New receivebytes(AddressOf muestrainformacion))
        Timer2.Start()
    Loop
End Sub
```

```
Private Sub muestrainformacion()
    Label5.Text = msj
End Sub
```

```
Private Function leer()
    datar = New Byte(100) {}
    stream.Read(datar, 0, datar.Length)
    responseData = ASCII.GetString(datar, 0, datar.Length)
    Return responseData
End Function
```

```
Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
    enviar("a")
    Timer1.Stop()
End Sub
```

```
End Class
```

Para la comunicación se utilizaron sockets, configurados para conectarse a l módulo.

```
While Not cliente.Connected  
    cliente.Client.Connect("192.168.1.101", 2000)  
End While
```

Se utilizó un hilo para mostrar la información, esto con el fin de poder controlar el sistema mientras es mostrado la información en pantalla.

```
hilo = New Thread(AddressOf recibedatos)
```

Y también se configura para que pueda controlarse por medio de las teclas de dirección del teclado o por medio de los botones mostrados en pantalla .

```
Private Sub Form1_KeyDown(ByVal sender As Object, ByVal e As  
System.Windows.Forms.KeyEventArgs) Handles Me.KeyDown
```

```
Select Case e.KeyCode
```

```
Case Keys.Up
```

```
    enviar("g")
```

```
    esperar()
```

```
Case Keys.Down
```

```
    enviar("t")
```

```
    esperar()
```

```
Case Keys.Left
```

```
    enviar("f")
```

```

esperar()

Case Keys.Right

    enviar("h")
    esperar()

End Select

End Sub

```

La conexión a la cámara se hizo por medio de un WebBrowser el cual se asigna como valor de url :"192.168.1.103:1080"

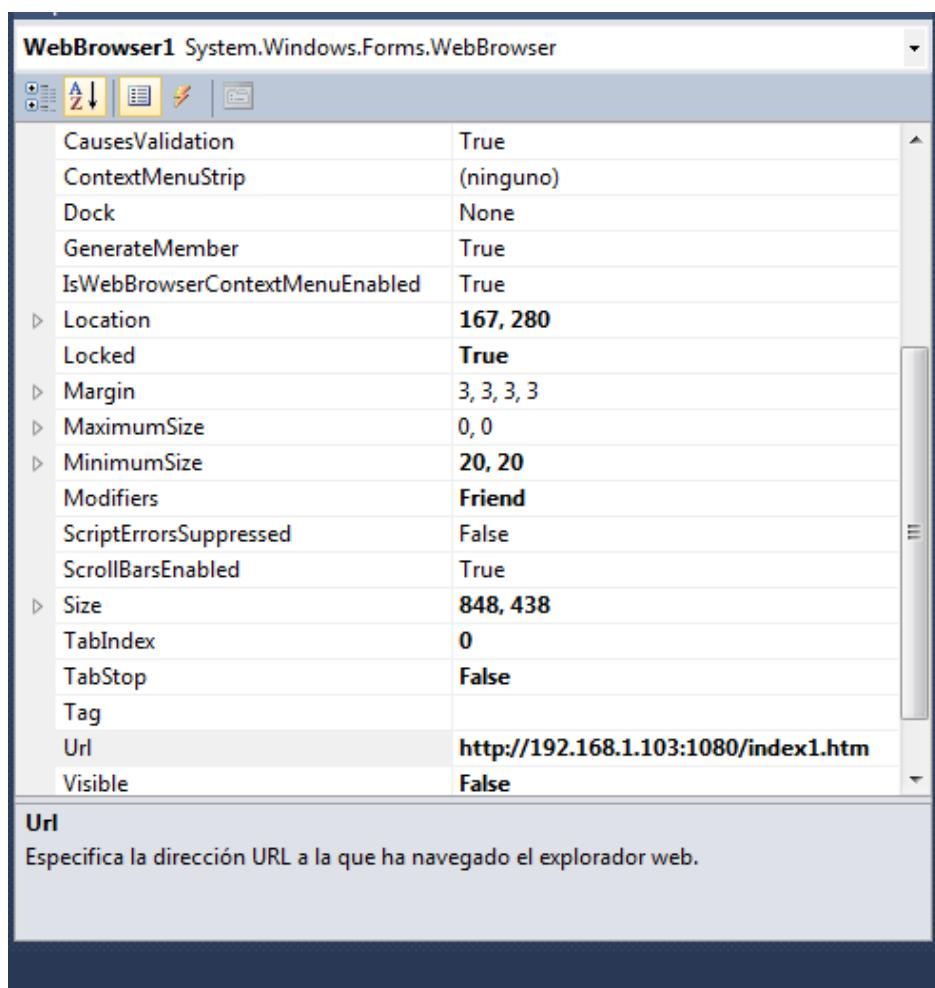


Figura.- configuración de la WebBrowser para el acceso a la cámara

El resultado del programa es el siguiente:



Figura 29.- Interfaz del sistema de telemetría

Articulo X. Armado del sistema telemétrico

En esta etapa se integró todos los dispositivos utilizados para el funcionamiento del sistema telemétrico. Se adquirió un gabinete plástico donde se colocaron los distintos sensores, el circuito eléctrico y la cámara ip.

La alimentación eléctrica se produce a través de una batería de 12 V a 7 Amp, debido a que la cámara ip y el circuito diseñado requiere de una alimentación de 5 V, se utilizo el transistor regulador de voltaje 7805. El transistor 7805 regula la salida de voltaje a 5 V y es alimentado por la batería de 12 V.

Se utilizaron dos reguladores de voltaje, uno para alimentación de la cámara ip y él para el suministro del circuito eléctrico del sistema telemétrico. Los reguladores fueron colocados en un disipador de calor para evitar su sobrecalentamiento.



Figura 30. Imagen tomada a reguladores de voltaje 7805



Figura 31. Imagen de batería de 12 V

En sección trasera del gabinete se colocó un apagador para el control del suministro eléctrico al sistema telemétrico, así como un led para conocer si existe suministro eléctrico al circuito.



Figura 32. Imagen 1 gabinete telemétrico concluido

En la parte frontal del gabinete se colocaron los 4 sensores utilizados: gas metano, monóxido de carbono, humedad y temperatura.



Figura 33. Imagen 2 gabinete telemétrico concluido

En la parte superior se colocó la cámara wep ya que es ahí donde se tiene un mejor ángulo de visión. El gabinete telemétrico quedo concluido, con solo arrancar el botón de encendido inicia el censado y envío de información remoto.

Estudio de costo de producción

El estudio de costo de producción se realizó con el objetivo de tener un margen de comparación en precio con los cuatro prototipos investigados.

El presupuesto de material se describe en la tabla siguiente, teniendo en cuenta el precio de envío, los precios varían según el mercado:

Articulo XI. Costo de producción del prototipo I. Plataforma móvil de inspección.

Concepto	Envío	Precio	Cantidad	Total
Microcontrolador PIC 16f84a	No	\$100.00	2	\$200.00
Resistencias 10KOhms	No	\$50.00	1	\$50.00
Cuarzo Cristal de 5MHz	No	\$50.00	2	\$100.00
Programador USB para microcontroladores PIC	Si	\$540.00	1	\$540.00
Motor paso a paso 12V unipolar/bipolar	No	\$50.00	1	\$50.00
Kit distribución de bandas y poleas	Si	\$300.00	1	\$300.00
Carrito	No	\$400.00	1	\$400.00
Varios	No	\$1,500.00	1	\$1,500.00
Camara de video	Si	\$1,549.00	1	\$1,549.00
LCD 4x20	Si	\$500.00	1	\$500.00
Modulo de comunicación	Si	\$849.00	1	\$849.00
			Total	\$6,038.00

Articulo XII. Costo de producción del prototipo II. Robot para la exploración interna de tuberías.

Concepto	Envío	Precio	Cantidad	Total
Microcontrolador PIC 16f877	Si	\$130.00	1	\$130.00
Resistencias 10KOhms	No	\$50.00	1	\$50.00
Cuarzo Cristal de 5MHz	No	\$50.00	1	\$50.00
Programador USB para microcontroladores PIC	Si	\$500.00	1	\$500.00
Motor paso a paso 12V unipolar/bipolar	No	\$50.00	1	\$50.00
Kit distribución de bandas y poleas	Si	\$300.00	1	\$300.00
Carrito	No	\$400.00	1	\$400.00
Varios	No	\$1,200.00	1	\$1,200.00
Camara de video	Si	\$1,099.00	1	\$1,099.00
Protoboard	No	\$55.00	2	\$110.00
Componente Max32	Si	\$890.00	1	\$890.00
Modulo de comunicación	Si	\$1,100.00	1	\$1,100.00
				Total \$5,879.00

Articulo XIII. Costo de producción del prototipo III. Robot semi-autonomo para la navegación en espacios restringidos.

Concepto	Envío	Precio	Cantidad	Total
Microcontrolador PIC 16f84a	No	\$400.00	1	\$400.00
Resistencias 10KOhms	No	\$12.00	1	\$12.00
Cuarzo Cristal de 5MHz	No	\$19.00	2	\$19.00
Programador USB para microcontroladores PIC	Si	\$560.00	1	\$560.00
Motor paso a paso 12V	Si	\$200.00	1	\$200.00

Modulo inalambrico	Si	\$400.00	1	\$400.00
Carrito	No	\$400.00	1	\$400.00
Varios	No	\$2,500.00	1	\$2,500.00
Camara de video	Si	\$2,299.00	1	\$2,299.00
Sensores	Si	\$498.00	1	\$498.00
Circuito impreso	No	\$200.00	1	\$200.00
Llantitas	No	\$10.00	4	\$40.00
				Total \$7,528.00

Articulo XIV. Costo de producción del prototipo IV. Robot explorador de ductos.

Concepto	Envío	Precio	Cantidad	Total
Microcontrolador PIC 16f84a	Si	\$130.00	2	\$260.00
Resistencias 10KOhms	No	\$12.00	1	\$24.00
Cuarzo Cristal de 5MHz	No	\$19.00	2	\$19.00
Programador USB para microcontroladores PIC	Si	\$500.00	1	\$500.00
Motor paso a paso 12V unipolar/bipolar	Si	\$50.00	2	\$1100.00
Kit distribución de bandas y poleas	No	\$100.00	1	\$100.00
Carrito	No	\$150.00	1	\$150.00
Varios	No	\$1,500.00	1	\$1,500.00
Modulo de comunicación inalámbrica	Si	\$800.00	1	\$800.00
Sensores	Si	\$600.00	1	\$600.00
Protoboard	No	\$49.00	1	\$49.00
Bateria sellada de 12V, 7 Amperes	Si	\$300.00	1	\$300.00

Total	\$5,402.00
-------	------------

Articulo XV. Costo de producción del sistema telemétrico

Concepto	Proveedor	Precio	Cantidad	Total
Cámara con infrarrojo	Sparkfun	\$1,400.00	1	\$1,400.00
Microcontrolador 16f877A	Sparkfun	\$180.00	1	\$180.00
Modulo wifly	Sparkfun	\$385.00	1	\$385.00
Regulador de xbee	Sparkfun	\$275.00	1	\$275.00
Componente l293	Sparkfun	\$25.00	2	\$50.00
regulador 5v	Sparkfun	\$50.00	1	\$50.00
Sendores	Sparkfun	\$850.00	1	\$850.00
Varios		\$600.00	1	\$600.00
			Total	\$3,790.00

Analizando los gastos que se hicieron por cada uno de los prototipos investigados, notamos que nuestro sistema de telemetría es más barato a comparación de los cuatro proyectos.

Por otra parte tenemos que nos ahorraramos \$1,612.00 tomando como referencia el prototipo más barato de los cuatro y un ahorro de \$3,738.00 con referencia al prototipo más caro de los cuatro.

Cabe mencionar que algunos materiales tanto para los cuatro prototipos como el nuestro son materiales caseros, por lo tanto no entra en el costo de producción.

Capítulo III. Resultados

En este capítulo se describen las pruebas que se realizaron para analizar si el prototipo cumple con los requerimientos que se habían establecido. Se demostrará si las adaptaciones son las más adecuadas, si

requieren mejoras o si elementos del prototipo no satisfacen la solución del problema.

Prueba de alcance de comunicación inalámbrico wifi

Esta prueba se realizó para conocer la capacidad de envío a distancia del sistema telemétrico. Los elementos de comunicación inalámbricos wifi que conforman el sistema telemétrico son el módulo wifly, cámara ip inalámbrica, router inalámbrico y la computadora de control. El router es el módulo de conexión central donde se conectan el ordenador y el sistema telemétrico.

Como se había mencionado anteriormente existen dos módulos de comunicación wifi independientes en sistema telemétrico, uno es el modulo wifly y el otro es la cámara ip.

Se realizó primero la prueba para establecer la distancia límite de transmisión del router con el sistema telemétrico en un terreno plano y sin obstáculos. Se alejó el sistema telemétrico del router a una distancia de 70 mts, a esta distancia se notó que el modulo wifly la cámara ip empezaron a tener perdida de paquetes, pero no fue hasta los 80 mts que se perdió conectividad en ambos enlaces (Wifly y cámara ip).

En la siguiente prueba se alejó el ordenador del router inalámbrico, pudimos observar que la distancia de conectividad era mayor entre estos dispositivos. A los 130 mts se empezó a tener perdida de paquetes, pero a los 150 mts se perdió totalmente la conectividad entre el router y la computadora de control.

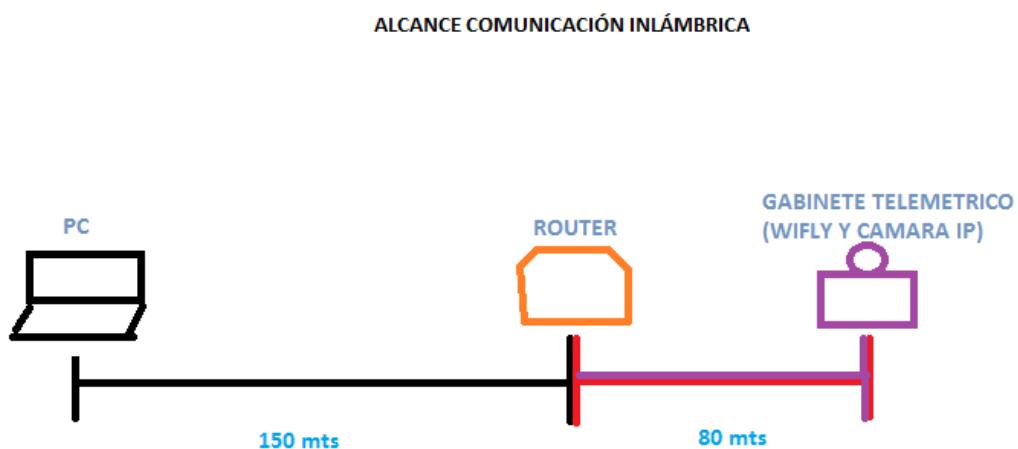


Figura 34. Diagrama de alcance de conectividad inalámbrica del sistema telemétrico

En base a las pruebas realizadas pudimos observar que se podía controlar el módulo wifly de forma local desde una computadora una distancia máxima de 230 mts utilizando como intermediario el router inalámbrico.

Pruebas de sensor de gas mq-4

Se realizó esta prueba para conocer detalladamente el comportamiento de este sensor.

La primera prueba consistió en conocer la medida del censado del sensor, ya que la salida o resultado es a través de una señal de voltaje eléctrico. Se lleva a cabo pruebas con herramientas solicitadas al laboratorio de química y con la asesoría del Profesor Bárcenas.

Las herramientas utilizadas fueron un matraz y una bomba de vacío. En el matraz se introdujo el sensor de gas metano y se procedió a dejar un vacío dentro de este con la ayuda de la bomba de vacío. Con esta prueba se pudo observar el comportamiento del sensor de gas cuando se encuentra en un ambiente sin partículas de gas metano.



Figura 35. Imagen tomada a pruebas realizadas al sensor de gas mq-4.

Se realizó también el censado en un ambiente natural, es decir pruebas en aire seco y se observó el resultado.

Así también se estimuló concentración de gas metano directamente al sensor de gas mq-4, se pudo observar el incremento instantáneo en la salida de voltaje del sensor. En esta prueba el alcance máximo que se tuvo de voltaje fue de 4.7 Volts.

En el último grupo de pruebas del sensor de gas metano, se optó por conocer el punto de concentración de gas donde podría generarse una explosión. Para esto se utilizó una botella de plástico con un volumen de 5 lts, en dicha botella se ingresó un cable de red de 8 hilos y dos mangueras de gas. En los puntos de ingreso se sellaron las fugas con el adhesivo plastiacer.

Una de las mangueras utilizadas fue para introducir el gas y el otro para ventilar el recipiente de pruebas con oxígeno.



Figura 36. Imagen tomada a recipiente de pruebas para el censado de gas metano.

Debido a que en una prueba anterior no se midió la peligrosidad y se realizó la prueba de acumulación de gas en un recipiente, se provocó un gran estallido dentro de una vivienda y junto a uno de los compañeros del equipo. Aun que no hubo daños que lamentar se decidió provocar el estallido a distancia por seguridad. Debido a esto se generó un sistema de ignición. Este sistema de ignición consiste en colocar un filamento de material conductor muy delgado entre los dos polos eléctricos. Se colocó a una pila eléctrica de 12 V generando que el filamento se produjera el calor suficiente para generar la combustión del gas acumulado en el recipiente.

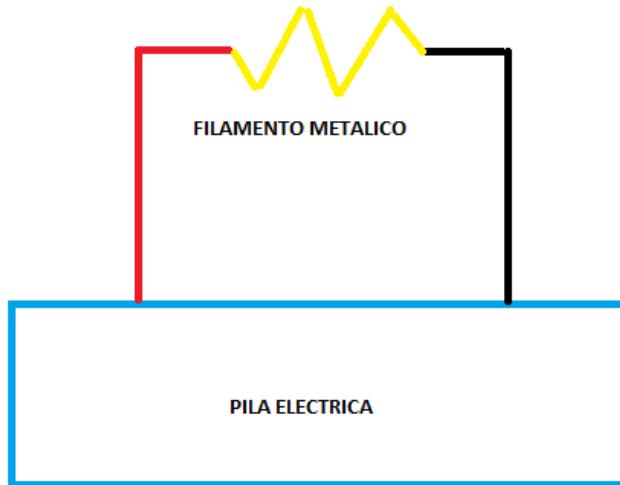


Figura 37. Diagrama de sistema de ignición generado.



Figura 38. Imagen de filamento soldado a línea de polos eléctrico distinto

Con el sistema de ignición procedimos a realizar las pruebas del censado de gas. En el recipiente introducimos el sensor de gas mq-4 y el sistema de ignición. A través de las mangueras conectadas insertamos gas al recipiente a una distancia de 7 mts. Observamos el incremento en la salida de voltaje.

Constantemente se encendió el sistema de ignición para generar combustión, en algunos casos no había combustión por lo que se procedía a insertar mayor cantidad de gas al recipiente. En la tabla inferior se muestra los datos de salida del sensor mq4 en las distintas pruebas realizadas.

La tapa del recipiente se dejó floja para que en casos de combustión la onda expansiva no rompiera el recipiente y saliera disparada únicamente la tapa. En los casos de combustión,

se generaba una onda expansiva que disparaba la tapa del recipiente. Debido a esto se pudo reutilizar el recipiente para distintas pruebas. En la tabla inferior se muestra los datos de salida realizadas en las distintas pruebas.

Prueba	Condición	Voltaje de Salida	Combustión
1	Realizada en condiciones de vacío	0.6 Volts	Nulo
2	Realizada en condiciones normales o aire seco	0.85 Volts	Nulo
3	Inserción de gas en recipiente	1.0 Volts	Nulo
4	Inserción de gas en recipiente	2.0 Volts	Nulo
5	Inserción de gas en recipiente	3.0 Volts	Nulo
6	Inserción de gas en recipiente	3.5 Volts	Nulo
7	Inserción de gas en recipiente	3.8 Volts	Nulo
8	Inserción de gas en recipiente	3.9 Volts	Se genera combustión
9	Inserción de gas en recipiente	4.0 volts	Se genera combustión
10	Inserción de gas en recipiente	4.2 Volts	Se genera combustión
11	Inserción de gas en recipiente	4.4 volts	Se genera combustión fuerte
12	Inserción de gas en recipiente	4.5 Volts	No se genera combustión
13	Inserción de gas en recipiente	4.6 Volts	No se genera combustión
14	Inserción de gas en recipiente	4.7	Máximo nivel alcanzado de censado , no genera combustión

Figura 39. Tabla de datos de prueba del sensor mq- 4

En la tabla de datos se pudo observar que en la salida de voltaje de 0.6 a 3.8 Volts, no es suficiente la concentración de gas para la combustión. De 3.9 a 4.4 volts se obtuvo explosiones por la concentración de gas. De 4.5 Volts en adelante no hubo explosión, esto sería por la saturación de gas y la ausencia de oxígeno para generar combustión. En estos casos se libero una de las mangueras para la evacuación de gas y sin ingresar mayor cantidad de gas al recipiente se obtuvo explosión.

PRUEBA DE TRANSPORTADOR DEL GABINETE TELEMETRICO

Teniendo el prototipo concluido, se inicializó con las pruebas para conocer el funcionamiento, comportamiento y resultados generados por el sistema telemétrico propuesto.

Se adaptó el sistema telemétrico a una mini base de vehículo con ruedas motorizadas para transportar el gabinete telemétrico. Así también se conectó a las salidas de control que se adaptó en el gabinete del sistema telemétrico, permitiendo de esta forma controlar los movimientos del vehículo motorizado utilizado por el sistema telemétrico.



Figura 40. Imagen tomada a Gabinete de Sistema Telemétrico acoplado a base con ruedas motorizadas.

Se realizaron pruebas con el prototipo montado en la calle, esto fue en un terreno pavimentado y plano. Los resultados de la prueba fueron satisfactorios en cuanto a movimiento y funcionamiento del sistema.

La base vehicular utilizada como herramienta para el transporte del gabinete telemétrico podía avanzar a velocidades satisfactorias para la exploración de aéreas. En la prueba realizada el prototipo podía avanzar hacia adelante, inverso, girar a la derecha o izquierda de forma adecuada.

Cabe mencionar que se utilizó batería utilizada que 12V a 7Amp/Hr permitía suministrar eléctricamente sin problemas al conjunto de dispositivos del gabinete telemétrico, la base vehicular y la cámara de video. Así también funcionamiento del sistema telemétrico funcionaba a la perfección, ya que transmitía datos de los sensores y video de la cámara al ordenador remoto.

La conexión de comunicación inalámbrica al gabinete se realizó a través del router inalámbrico huawei hg530. El gabinete telemétrico se conectó a la misma red el ordenador con el cual se tenía control del sistema telemétrico a través del router.

PRUEBA GENERAL DE PROTOTIPO TELEMÉTRICO

Para la siguiente prueba se utilizó el armado del gabinete telemétrico con la base vehicular. El objetivo de esta prueba consistía ver los resultados generales del sistema telemétrico.

La prueba se realizó en un terreno selvático. El terreno existe mucha vegetación, tiene una accidentada nivelación y cuenta con un pozo de agua.



Figura 41. Imagen tomada a Gabinete de Sistema Telemétrico en terreno para pruebas

El movimiento de la herramienta utilizada para el transporte del sistema telemétrico resultó poco eficiente en el tipo de terreno, ya que al ser un área muy

rocosa y con áreas desniveladas, la velocidad de desplazamiento del vehículo utilizado era muy baja y algunos casos nulo.

El sistema telemétrico en cambio a las dificultades que se tuvo por la herramienta de transporte fue correcto. Se estableció conexión satisfactoria entre el gabinete telemétrico y el ordenador controlador. Para evaluar la conectividad del sistema telemétrico y la cámara de video. Se realizaba ping's a las ips correspondientes de la cámara web y modulo inalámbrico de datos wifly. El comando ping permite conocer la conectividad de un dispositivo de red ya que consiste en enviar un determinado paquete de datos a la ip destino el cual responde si ha llegado satisfactoriamente el paquete enviado. Al concluir el comando ping imprime si fue satisfactorio la comunicación y el tiempo de respuesta como se puede apreciar en la tabla inferior.

```
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=14ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=619ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=209ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=24ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=37ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=30ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=32ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=26ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=6ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=33ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=37ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=19ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=5ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=35ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=137ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=164ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=194ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=60ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=39ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=53ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=40ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=31ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=73ms TTL=64
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=25ms TTL=64
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=385ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=589ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=57ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=112ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=412ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=439ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=24ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=26ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=24ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.103: bytes=32 tiempo=28ms TTL=64
```

Figura 42. Imagen tomada a realización de pings a ip de modulo telemétrico

En el terreno donde se realizaron las pruebas se encuentra un pozo de agua de aproximadamente 1 Mt de diámetro y una profundidad de 10 mts. Por lo que se decidió ingresar el sistema telemétrico para explorar el fondo del pozo y conocer el estado del mismo. En la siguiente imagen se muestra la imagen del pozo de agua tomado por la cámara de video del sistema telemétrico.



Figura 43. Imagen tomada desde la cámara del sistema telemétrico al pozo de agua.

Antes de ingresar se realizó el muestreo de la medición de los sensores del sistema telemétrico en la boca del pozo. En la imagen que sigue se muestra los datos recabados en la boca del pozo que fueron 33.9° Celsius de temperatura, 59 % de humedad, 2.27 Volts de salida del sensor de metano y 0.91 Volts del sensor de monóxido de carbono.

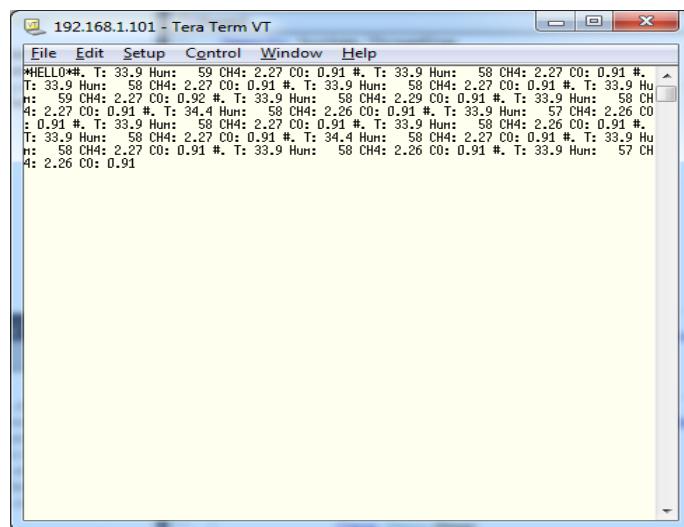


Figura 44. Imagen tomada a monitoreo de sensores en boca del pozo de agua

Al ser un orificio amplio y basto para insertar la base vehicular con el gabinete telemétrico, se decidió ingresar el prototipo completo. Con un lazo se sujetó el prototipo y lentamente se fue introduciendo el prototipo al fondo del pozo.



Figura 45. Imagen tomada a Gabinete de Sistema Telemétrico insertándose a pozo de agua.

El sistema de comunicación se colocó en la boca del pozo, esto fue para permitir establecer comunicación inalámbrica con el sistema telemétrico que se encontraba a aproximadamente 9 mts de profundidad.



Figura 46. Imagen tomada a router comunicador en boca de pozo de agua.



Figura 47. Imagen tomada a sistema telemétrico en el fondo del pozo de agua

Ya en el fondo del pozo de agua se tomaron los datos de muestreo de los sensores del sistema telemétrico y se hizo una exploración visual con la cámara de video al fondo del pozo. En seguida se muestran las imágenes obtenidas en el fondo del pozo, aunque estaba oscuro en el fondo, la cámara de video enciende de forma automática el grupo de led's de infrarrojo por la falta de luz por lo que se puede visualizar el fondo del pozo.



Figura 48. Imagen 1 tomada desde el sistema telemétrico en el fondo del pozo de agua



Figura 49. Imagen 2 tomada desde el sistema telemétrico en el fondo del pozo de agua

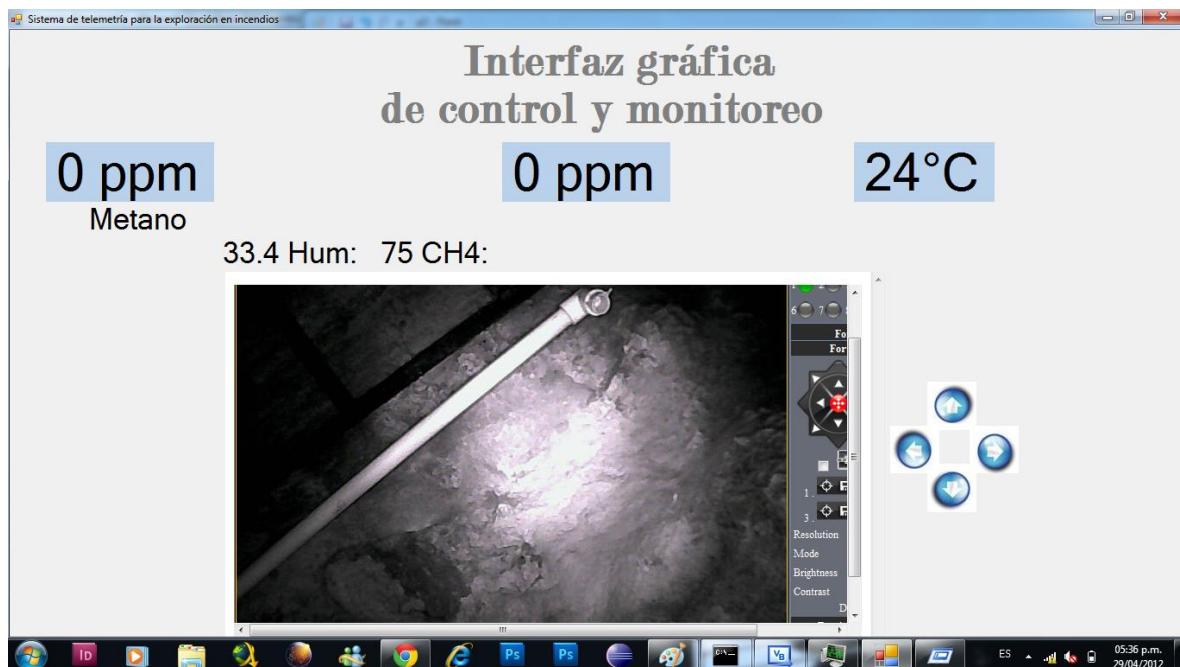


Figura 50. Imagen 3 tomada desde sistema telemétrico en el fondo del pozo de agua

En el fondo del pozo de agua se registraron los siguientes datos de los sensores: Temperatura 32° C, Humedad 77%, del sensor de gas metano se registró una salida de 2.66 Volts y el sensor de monóxido arrojo 1.49 Volts. Por lo que se puede observar que todos los sensores del sistema telemétrico a excepción de la temperatura registraron incrementos a comparación del muestreo en la boca del pozo de agua. En comparación a las pruebas realizadas al sensor de gas metano con la concentración censada en el fondo del pozo se determinaría que la concentración de

gas no es suficiente como para generar alguna explosión, pero si se encuentra en niveles altos en comparación a las mediciones encontrada en el aire seco.

Otra de las pruebas realizadas consistió en generar un incendio controlado y observar el comportamiento del sistema telemétrico a altas temperaturas y emisiones de gas.



Figura 51. Imagen tomada a acercamiento de la base vehicular y gabinete telemétrico a un incendio controlado.

	T1	CH1	T2	CH2
#	T: 43.2 Hun:	33 CH4: 1.71 00:	0.88 #,	T: 43.2 Hun:
#	T: 43.2 Hun:	33 CH4: 1.70 00:	0.88 #,	T: 42.2 Hun:
#	T: 42.7 Hun:	33 CH4: 1.71 00:	0.87 #,	T: 42.7 Hun:
#	T: 43.7 Hun:	32 CH4: 1.68 00:	0.87 #,	T: 44.7 Hun:
#	T: 45.2 Hun:	32 CH4: 1.64 00:	0.87 #,	T: 45.2 Hun:
#	T: 44.7 Hun:	27 CH4: 1.59 00:	0.88 #,	T: 44.7 Hun:
#	T: 44.2 Hun:	27 CH4: 1.58 00:	0.89 #,	T: 44.2 Hun:
#	T: 44.7 Hun:	27 CH4: 1.58 00:	0.89 #,	T: 45.2 Hun:
#	T: 45.2 Hun:	28 CH4: 1.58 00:	0.87 #,	T: 45.2 Hun:
#	T: 45.7 Hun:	28 CH4: 1.60 00:	0.87 #,	T: 43.2 Hun:
#	T: 43.2 Hun:	29 CH4: 1.62 00:	0.86 #,	T: 43.2 Hun:
#	T: 42.7 Hun:	30 CH4: 1.63 00:	0.88 #,	T: 43.2 Hun:
#	T: 43.2 Hun:	30 CH4: 1.63 00:	0.88 #,	T: 43.2 Hun:
#	T: 42.7 Hun:	30 CH4: 1.64 00:	0.89 #,	T: 42.2 Hun:
#	T: 42.2 Hun:	31 CH4: 1.64 00:	0.89 #,	T: 41.3 Hun:
#	T: 41.3 Hun:	32 CH4: 1.65 00:	0.89 #,	T: 41.3 Hun:
#	T: 41.3 Hun:	33 CH4: 1.69 00:	0.96 #,	T: 41.7 Hun:
#	T: 41.7 Hun:	34 CH4: 1.70 00:	0.93 #,	T: 42.7 Hun:
#	T: 42.7 Hun:	33 CH4: 1.71 00:	1.25 #,	T: 42.2 Hun:
#	T: 44.2 Hun:	32 CH4: 1.67 00:	1.24 #,	T: 43.7 Hun:
#	T: 44.7 Hun:	30 CH4: 1.64 00:	1.16 #,	T: 44.7 Hun:

Figura 52. Imagen tomada desde la cámara del sistema telemétrico al incendio controlado e imagen de la tabla de datos del muestreo del área.

En la imagen anterior se puede observar el alto censado de temperatura con 43° C de temperatura, humedad muy baja con 33 % , censado de gas metano bajo con 1.6 Volts así como pero con variaciones en la emisión de monóxido de carbono de .88 Volts a 1.25 Volts de monóxido de carbono.

Conclusiones

Después de llevar a cabo el proceso de pruebas, se presenta una solución al censado de gases tóxicos y al monitoreo de sitios remotos con la cámara de video, se ha propuesto un prototipo el cual transmite información en tiempo real que es útil a la hora de toma de decisiones, ya que permite evaluar el estado ambiental remotamente.

Después de hacer el estudio de costo de producción del prototipo móvil, concluimos que nuestro proyecto es más barato a comparación con los cuatro prototipos investigados, además que nuestro prototipo contiene materiales reciclados, como son resistencias, modem, entre otras cosas.

Bibliografías

1. PIC16F87XA Data Sheet [Documento en Linea]. Microchip Technology Inc; 2003.[Fecha de acceso 22 de enero de 2012]. URL disponible en
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>
2. Tutorial sobre Motores Paso a Paso (Stepper motors) [Documento en Linea]. [Fecha de acceso 22 de enero de 2012]. URL disponible en
<http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>
3. WIFI [Pagina web]. [Fecha de acceso 22 de enero de 2012]. URL disponible en
<http://es.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
4. Medición [Página Web].[Fecha de acceso 26 de enero 2012] Url disponible en
<http://es.wikipedia.org/wiki/Medici%C3%B3n>
5. Sistema de telegestión de luminarias [Página Web].[Fecha de acceso 26 de enero 2012] Url disponible en <http://www.lumidim.com/producto.html>
6. Sistema de telemetría para máquinas expendedoras. [Página Web].[Fecha de acceso 25 de enero 2012] Url disponible en <http://www.coincymexico.com/blog/?p=50>
7. Información general de telemetría. [Página Web].[Fecha de acceso 26 de enero 2012] Url disponible en <http://www.globalstar.com.mx/Telemetria.html>
8. Información acerca de recopilación de mediciones de gases. [Documento en Linea] [Fecha de acceso 24 de enero 2012] Url disponible en
http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/measuring_gases_es.pdf
9. Plataforma móvil de inspección. [Página Web].[Fecha de acceso 25 de enero 2012] Url disponible en http://www.secyt.frba.utn.edu.ar/gia/robot_movil.htm
10. Proyecto de tesis. Daniel Fernando Soto. [Documento proporcionado por el autor en pdf] Tecnológica de Baja California, Universidad Católica, Mayo 2010
11. Robot semi-autónomo para la navegación en espacios restringidos de configuración arbitraria.[Página Web].[Fecha de acceso 25 de enero 2012] Url disponible en
http://www.cio.mx/dfa06/files_optomec/13848%20Misael%20Jimenez.pdf
12. Robot Explorador de Ductos. [Página Web].[Fecha de acceso 25 de enero 2012] Url disponible en http://www.cio.mx/dfa06/files_optomec/13848%20Misael%20Jimenez.pdf

Índice de tablas y figuras

FIGURA 1. EL DISEÑO MECÁNICO DE LA PLATAFORMA	6
FIGURA 2. VISTA PREVIA DEL VEHÍCULO EXPLORADOR.....	7
FIGURA 3. KARO PROTOTIPO PARA TUBERÍAS DE DRENAJE EN EL RANGO DE 20-40 CM.....	8
FIGURA 4. ROBOT PARA LA EXPLORACIÓN DE TUBERÍAS.	9
FIG. 5. SENSOR POLOLU MQ-4 Y SU ESTRUCTURA INTERNA.....	13
FIGURA. 6 LA RESPUESTA EN LA SALIDA DEL SENSOR MQ-4 ES LINEAL Y DEPENDE DEL VALOR DE RS.....	14
FIGURA 7. SENSOR MQ-7	15
FIGURA 8. MÓDULO WIFLY ⁹	18
FIGURA 9. IMAGEN TOMADA A ROUTER INALÁMBRICO UTILIZADO.....	22
FIGURA 10. REGULADOR XBEE	23
FIGURA 11. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE REGULADOR Y MÓDULO WIFLY.....	24
FIGURA 12. MENSAJE DE CONEXIÓN EXITOSA.	25
FIGURA 13.- VALORES EN EL PARÁMETRO DEL COMANDO “JOIN”.....	27
FIGURA 14.-COMANDO SCAN	28
FIGURA 15.-VISTA DE LOS DETALLES DEL DISPOSITIVO WIFLY.....	29
FIGURA 16. DIAGRAMA DE CONEXIÓN BÁSICA CREADA EN ISIS PROTEUS DEL PIC 16F877.	31
FIGURA 17. IMAGEN DE SENSOR DE TEMPERATURA TMP36	35
FIGURA 18. IMAGEN DE SENSOR DE HUMEDAD HIH-4030.....	36
FIGURA 19. IMAGEN DE CONEXIÓN SENSOR DE HUMEDAD HIH-4030.....	37
FIGURA 20. EN LA FIGURA QUE SIGUE SE PUEDE OBSERVAR EL TIPO DE CONEXIÓN QUE SE REALIZÓ PARA EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE GAS METANO.....	38
FIGURA 21. TABLA DE SENSIBILIDAD DE GAS DEL SENSOR MQ-7.....	39
FIGURA 22. DIAGRAMA DE CIRCUITO ELÉCTRICO SIMULADO EN ISIS PROTEUS	40
FIGURA 23. IMAGEN TOMADA A CIRCUITO ELÉCTRICO MONTADO EN UN PROTOBOARD PARA REALIZACIÓN DE PRUEBAS.....	41
FIGURA 24. IMAGEN TOMADA A LA ROTULACIÓN MANUAL DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO EN LA PLACA FENÓLICA.....	42
FIGURA 25. IMPRESIÓN DE PANTALLA DE VENTANA ESQUEMÁTICA DE CIRCUITO ELECTRÓNICO EN EAGLE LAYOUT.....	43
FIGURA 26. IMAGEN DE VISTA DE DISEÑO DE CIRCUITO EN EAGLE LAYOUT	43
FIGURA 27.- CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DHCP Y DEL PUERTO DE LA CÁMARA.....	44
FIGURA 28.-CONFIGURACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA.....	45
FIGURA 29.-VISTA DE LOS DETALLES DE LA CONEXIÓN DE LA CÁMRA IP, CON EL ROUTER.....	46

FIGURA 30.-INTERFAZ DE CONTROL DE LA CÁMARA IP	47
FIGURA 31.- INTERFAZ DEL SISTEMA DE TELEMETRÍA	54
FIGURA 32. IMAGEN TOMADA A REGULADORES DE VOLTAJE 7805	55
FIGURA 33. IMAGEN DE BATERÍA DE 12 V	55
FIGURA 34. IMAGEN 1 GABINETE TELEMÉTRICO CONCLUIDO	56
FIGURA 35. IMAGEN 2 GABINETE TELEMÉTRICO CONCLUIDO	56
FIGURA 36. DIAGRAMA DE ALCANCE DE CONECTIVIDAD INALÁMBRICA DEL SISTEMA TELEMÉTRICO .	61
FIGURA 37. IMAGEN TOMADA A PRUEBAS REALIZADAS AL SENSOR DE GAS MQ-4.	62
FIGURA 38. IMAGEN TOMADA A RECIPIENTE DE PRUEBAS PARA EL CENSADO DE GAS METANO.	63
FIGURA 39. DIAGRAMA DE SISTEMA DE IGNICIÓN GENERADO.....	64
FIGURA 40. IMAGEN DE FILAMENTO SOLDADO A LÍNEA DE POLOS ELÉCTRICO DISTINTO.....	64
FIGURA 41. TABLA DE DATOS DE PRUEBA DEL SENSOR MQ- 4.....	65
PRUEBA DE TRANSPORTADOR DEL GABINETE TELEMETRICO	66
FIGURA 42. IMAGEN TOMADA A GABINETE DE SISTEMA TELEMÉTRICO ACOPLADO A BASE CON RUEDAS MOTORIZADAS.	66
FIGURA 43. IMAGEN TOMADA A GABINETE DE SISTEMA TELEMÉTRICO EN TERRENO PARA PRUEBAS	67
FIGURA 44. IMAGEN TOMADA A REALIZACIÓN DE PINGS A IP DE MODULO TELEMÉTRICO	68
FIGURA 45. IMAGEN TOMADA DESDE LA CÁMARA DEL SISTEMA TELEMÉTRICO AL POZO DE AGUA. ..	69
FIGURA 46. IMAGEN TOMADA A MONITOREO DE SENsoRES EN BOCA DEL POZO DE AGUA	69
FIGURA 47. IMAGEN TOMADA A GABINETE DE SISTEMA TELEMÉTRICO INSERTÁNDOSE A POZO DE AGUA.....	70
FIGURA 48. IMAGEN TOMADA A ROUTER COMUNICADOR EN BOCA DE POZO DE AGUA.	70
FIGURA 49. IMAGEN TOMADA A SISTEMA TELEMÉTRICO EN EL FONDO DEL POZO DE AGUA	71
FIGURA 50. IMAGEN 1 TOMADA DESDE EL SISTEMA TELEMÉTRICO EN EL FONDO DEL POZO DE AGUA	71
FIGURA 51. IMAGEN 2 TOMADA DESDE EL SISTEMA TELEMÉTRICO EN EL FONDO DEL POZO DE AGUA	72
FIGURA 52. IMAGEN 3 TOMADA DESDE SISTEMA TELEMÉTRICO EN EL FONDO DEL POZO DE AGUA ..	72
FIGURA 53. IMAGEN TOMADA A ACERCAMIENTO DE LA BASE VEHICULAR Y GABINETE TELEMÉTRICO A UN INCENDIO CONTROLADO.	73
FIGURA 54. IMAGEN TOMADA DESDE LA CÁMARA DEL SISTEMA TELEMÉTRICO AL INCENDIO CONTROLADO E IMAGEN DE LA TABLA DE DATOS DEL MUESTREO DEL ÁREA.....	73

Definición de términos

A/D.- Analógico/Digital.

CAD.- Convertidor Analógico Digital

CH4.- Fórmula química del Metano.

CO.-Fórmula química del monóxido de Carbono

C.I.- Circuito Integrado

CLK.- (Clock) Reloj que necesita un circuito electrónico para funcionar.

EEPROM.- Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory, memoria eléctricamente borrible y programable de sólo lectura

FTP.-(File Transfer Protocol). Protocolo de Transferencia de Archivos.

GHz.- (Giga Hertz) Un millón de Hertz

HTTP.-(Hyper text transfer protocol). Protocolo de transferencia de hypertexto

ICMP.-(Internet Control Message Protocol). Protocolo de Mensajes de Control de Internet.

IEEE.-(Institute of Electrical and Electronics Engineers). Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

IP.-(Internet Protocol) Protocolo de internet

mA.-Milíampere). milésima parte de un Ampere

Mbps.-(Megabits por segundo). Mil millones de bits por segundo

MCLR.- (Master Clear Reset) Pin para reiniciar el funcionamiento de un PIC, dependiendo su valor lógico.

PIC.- (Programmable Interrupt Controller). Controlador de interrupciones programable.

ppm.- Partes por millón. Unidad utilizada para medir la calidad del aire.

PWM.-(Pulse Width Modulation). Modulación por Ancho de Pulso.

RAM.-(Random access memory). Memoria de Acceso Aleatorio.

TCP.-(Transfer Control Protocol) Protocolo de Control de Transmisión.

TTL.-(Transistor-transistor logic). Lógica transistor a transistor.

UDP.-(User Datagram Protocol). Protocolo de datagrama de usuario.

USB. - (Universal Serial Bus) Bus Universal Serial.

Anexos

Anexo 1. Datasheet Pic 16F877A



PIC16F87XA Data Sheet

28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers

Fuente: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/39582b.pdf>

Anexo 2. Datasheet Wifly



RN-131G

www.rovingnetworks.com

rn-131-ds v2.3 5/28/2009

"WiFly GSX" 802.11G Module

Features

- Qualified 2.4GHz IEEE 802.11b/g transceiver
- High throughput, 1Mbps sustained data rate with TCP/IP and WPA2
- Ultra-low power - 4uA sleep, 40mA Rx, 210mA Tx (max)
- Small, compact surface mount module
- On board ceramic chip antenna and U.FL connector for external antenna
- 8 Mbit flash memory and 128 KB RAM
- UART hardware interface
- 10 general purpose digital I/O
- 8 analog sensor interfaces
- Real-time clock for wakeup and time stamping
- Accepts 3.3V regulated or 2-3V battery
- Supports Adhoc connections



Description

The WiFly GSX module is a stand alone, embedded wireless 802.11 networking module. Because of its small form factor and extremely low power consumption, the RN-131G is perfect for mobile wireless applications such as asset monitoring, GPS tracking and battery sensors. The WiFly GSX module incorporates a 2.4GHz radio, processor, TCP/IP stack, real-time clock, crypto accelerator, power management and analog sensor interfaces. This complete solution is preloaded with software to

Fuente: <http://www.sparkfun.com/datasheets/Wireless/WiFi/rn-131G-ds.pdf>

Anexo 3 MAX 232

19-4323; Rev 11; 2/03

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220-MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where ± 12 V is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than $5\mu\text{W}$. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

- Portable Computers
- Low-Power Modems
- Interface Translation
- Battery-Powered RS-232 Systems
- Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- Multiple Drivers and Receivers
- 3-State Driver and Receiver Outputs
- Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering Information continued at end of data sheet.

*Contact factory for dice specifications.

MAX220-MAX249

Fuente: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/maxim/MAX220-MAX249.pdf>

Anexo 4 Sensor de humedad

HUMIREL TECHNICAL DATA

RELATIVE HUMIDITY SENSOR HS 1100 / HS 1101

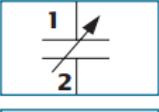
Based on a unique capacitive cell, these relative humidity sensors are designed for high volume, cost sensitive applications such as **office automation, automotive cabin air control, home appliances, and industrial process control systems**. They are also useful in all applications where humidity compensation is needed.

FEATURES

- Full interchangeability with no calibration required in standard conditions
- Instantaneous desaturation after long periods in saturation phase
- Compatible with automatized assembly processes, **including wave soldering, reflow and water immersion** (1)
- High reliability and long term stability
- Patented solid polymer structure
- Suitable for linear voltage or frequency output circuitry
- Fast response time
- Individual marking for compliance to stringent traceability requirements

(1) soldering temperature profiles available on request

MAXIMUM RATINGS (Ta= 25°C unless otherwise noted)



Fuente: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/humirel/HS1100.pdf>

Anexo 5 Sensor de hidrogeno

TGS 821 - Special Sensor for Hydrogen Gas

Features:

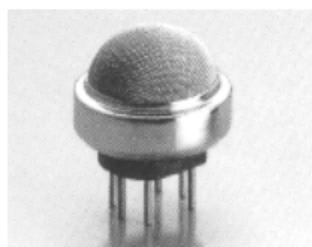
- * High sensitivity and selectivity to hydrogen gas
- * Good repeatability in measurement and excellent stability
- * Uses simple electrical circuit
- * Ceramic base resistant to severe environment

Applications:

- * Hydrogen gas detection for:
 - transformer maintenance
 - batteries
 - steel industry usage
 - etc.

The sensing element of Figaro gassensors is a tin dioxide (SnO_2) semiconductor which has low conductivity in clean air. In the presence of a detectable gas, the sensor's conductivity increases depending on the gas concentration in the air. A simple electrical circuit can convert the change in conductivity to an output signal which corresponds to the gas concentration.

The **TGS 821** has high sensitivity and selectivity to hydrogen gas. The sensor can detect concentrations as low as 50ppm, making it ideal for a variety of industrial applications.



Fuente: http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/11/116690_1.pdf

Anexo 6 Sensor de gas

HANWEI ELECTRONICS

MQ-4

www.hwsensor.com

TECHNICAL DATA

MQ-4 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to CH₄, Natural gas.
- * Small sensitivity to alcohol, smoke.
- * Fast response . * Stable and long life * Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of CH₄,Natural gas,LNG, avoid the noise of alcohol and cooking fumes and cigarette smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
P _L	Load resistance	20K Ω	
R _H	Heater resistance	33 Ω ±5%	Room Tem
P _H	Heating consumption	less than 750mw	

B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{a0}	Using Tem	-10°C-50°C	
T _{aS}	Storage Tem	-20°C-70°C	
R _H	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Fuente: <http://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-4.pdf>

Anexo 7 Sensor de licuado de petróleo (GLP).

HOME > EDUCACIÓN > PRODUCTOS > SENSORES > GASES

Menu principal

- ▶ PRODUCTOS
 - ▶ MICROCONTROLADORES
 - ▶ ROBOTS
 - ▶ SENSORES
 - ▶ ACCELERACION / INCLINACION
 - ▶ AUDIO / SONIDO
 - ▶ COLOR / LUZ / FORMA
 - ▶ COMPAS / GPS / BRUJULA
 - ▶ BIOMETRICOS
 - ▶ ENCODER / RPM / REVOLUC...
 - ▶ GASES
 - ▶ IR / DISTANCIA / TACTO
 - ▶ TEMPERATURA / HUMEDAD
 - ▶ PRESION / PESO / NIVEL
 - ▶ OTROS.
 - ▶ ACCESORIOS
 - ▶ COMPONENTES
- ▶ NOVEDADES
- ▶ CURSOS
- ▶ CLIENTES
- ▶ ASESORIAS
- ▶ DESCARGA LIBROS / SOFT...

▶ PRECIOS

 LPG (GAS LICUADO DEL PETROLEO)



LPG (Gas licuado del petroleo)

El sensor LPG es utilizado para mediciones de propano en industrias, hogar, aplicaciones automotrices. Este sensor es compatible con toda la gama de microcontroladores norteamericanos Parallax y es una buena opción para sensar este tipo de gases

The LPG Gas Sensor is used in gas detection equipment for detecting Propane gas in home, automotive or industrial settings. This sensor is compatible with all Parallax microcontrollers, and would be a good addition to any projects needing to sense the presence of Propane. Manufacturer datasheet below has more information and circuit recommendations.

- Manufacturer Model MQ-5
- High sensitivity to Propane gas
- Stable and long life
- Simple drive circuit

Technical Specifications: