



**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
de Pabellón de Arteaga**

**ITEC**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**SUSTENTANTE:**

**MARVIN VIVIANO QUIROZ BAEZ**

**CARRERA:**

**INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**N° DE CONTROL:**

**081050179**

**PROYECTO:**

**MONITOREO A BANCOS DE BATERIAS EN  
120VCD**

**EMPRESA:**

**CFE**

**ASESOR:**

**MC VÍCTOR MANUEL HERRERA AMBRIZ**

**TITULACIÓN OCTUBRE 2017**

**2017**



**Marvin Viviano  
Quiroz Baez**

# **[MONITOREO A BANCOS DE BATERIAS EN 120 VCD]**



## Tabla de Contenido

1.- Lista de Tablas.....	5
2.- Lista de Figuras.....	6
3.- Introducción.....	7
4.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	7
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
HIPÓTESIS.....	9
5.- Marco Teórico .....	10
CONTROL AUTOMÁTICO Y NETWORKING EMBEBIDO .....	10
NETWORKING EMBEBIDO.....	10
6.- Metodología .....	14
ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL Y NETWORKING EMBEBIDO .14	
MICROCONTROLADORES.....	14
REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	14
ALTERNATIVAS DE MICROCONTROLADORES .....	15
ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA EN MICROCONTROLADORES .....	15
PIC18F4550.....	15
NETWORKING EMBEBIDO .....	16
REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....	16
ALTERNATIVAS DE NETWORKING EMBEBIDO .....	17
1. <b>ENC28J60</b> .....	17
2. <b>WIZNET 5300</b> .....	18
3. <b>SITEPLAYER</b> .....	19
FIRMWARE: .....	20
PIC C COMPILER:.....	20
Claves del compilador Características: .....	20
HTML:.....	21
DISEÑO DE HARDWARE .....	22
INTERFAZ CON LA RED.....	22
PROTOCOLO SPI .....	22

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERFAZ CON LA RED .....	23
IMPLEMENTACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC18F4550.....	23
IMPLEMENTACIÓN COMPLETA DEL SISTEMA .....	24
ESTRUCTURA DEL FIRMWARE .....	24
7.- Resultados .....	26
PÁGINA WEB TERMINADA .....	27
8.- Conclusions.....	29
9.- Programa de actividades Cronograma de actividades.....	30
10.- Referencias .....	31

## 1.- Lista de Tablas

<b>Tabla II-1</b> Características de los microcontroladores.....	-12-
<b>Tabla II-2:</b> Alternativas de microprocesadores en el mercado.....	-13-
<b>Tabla II-3</b> Características Básicas del microcontrolador PIC18F4550.....	-13-

## 2.- Lista de Figuras

<b>Figura I-1.</b> Tarjeta de adquisición de datos USB -1208fs.....	-6-
<b>Figura I-2.</b> Tarjeta de adquisición de datos multiplataforma por conexión USB.....	-6-
<b>Figura II-3.</b> Varias aplicaciones del Networking Embebido.....	-9-
<b>Figura II-4.</b> Ejemplos de Networking Embebido.....	-9-
<b>Figura III-5</b> Networking Embebido (Controlador Ethernet).....	-14-
<b>Figura III-6</b> ENC28J60.....	-15-
<b>Figura III-7</b> WIZNET 5300.....	-15-
<b>Figura III-8</b> SitePlayer.....	-16-
<b>Figura IV-9</b> Diagrama de bloques del sistema.....	-18-
<b>Figura IV-10</b> Diagrama de bloques Protocolo SPI.....	-19-
<b>Figura IV-11</b> Diagrama de Hardware para el ENC28J60.....	-20-
<b>Figura IV-12</b> Diagrama de hardware para el PIC18F4550.....	-20-
<b>Figura IV-13</b> Esquema del sistema completo.....	-21-
<b>Figura IV-14</b> Esquema del Firmware.....	-21-
<b>Figura V-15</b> Ventana principal de la Aplicación MPFS2.....	-22-
<b>Figura V-16</b> Formato básico de página web.....	-23-
<b>Figura V-17</b> Pagina con valores mostrados.....	-24-
<b>Figura V-18</b> Placa del Circuito Terminada.....	-24-

### 3.- Introducción

Ethernet es una tecnología utilizada actualmente en casi todas las oficinas y hogares de todo el mundo para comunicar y compartir recursos de diferentes dispositivos tales como computadoras, tabletas, celulares, etc. Muchas de estas redes están conectadas a un Router para conseguir el acceso a Internet.

El Ethernet es un sistema que permite la fusión de dos ramas como lo son el Control y el Networking permitiendo generar diferentes sistemas con una inteligencia computacional dedicada a realizar una o varias tareas simples relacionadas mediante un controlador [2].

Este tipo de problemas como lo es el unir dos mundos diferentes como lo es la electrónica por medio de controladores y el sistema Networking era casi imposible hace algunos años debido a la falta de tecnología necesaria y al elevado costo de estas, pero gracias a que las tecnologías han avanzado a pasos agigantados en los últimos años ya es posible la unión de estas áreas con una completa convivencia armoniosa y a un costo bastante bajo.

El Networking puede convertir un sistema de control en algo mucho más avanzado sobre todo en lo que a escalabilidad se refiere, reducción del tiempo de grabación en los microcontroladores que anteriormente se hacía manualmente, montando y desmontando un nuevo microcontrolador en un sistema.

Uno de los principales factores que ha facilitado la conexión de Ethernet a los sistemas de Control es la disponibilidad de Chips Controladores que manejan en detalle las comunicaciones Ethernet.

Los microcontroladores de Microchip poseen gran capacidad de procesamiento para los sistemas de control tornándose cada vez más rápidos y fáciles de manejar. Además los protocolos de comunicación a través de Ethernet e Internet se encuentran bien documentados y disponibles para todo el público sin ningún costo adicional.

### ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En la actualidad se encuentran proyectos diseñados y elaborados de *tarjeta de adquisición de datos*, que cuentan con diferentes configuraciones como lo es el tiempo de muestreo y visualización, también se tiene en cuenta las entradas y salidas de cada tipo sensor o actuador. Estos son algunos trabajos de grado o tesis que se encuentran en las universidades a nivel global, en el año 2011 en la Universidad Superior José Antonio Echavarría de Cuba, fue diseñada una interfaz de control de un sistema para la adquisición y registro de señales de variables fisiológicas con el empleo de una tarjeta A/D comercial (tarjeta USB-1208FS) que se muestra en la Figura 1. Ya a nivel nacional, en el año 2009 en la Universidad del Quindío, se realizó una tarjeta de adquisición de datos multiplataforma orientada a la enseñanza de los sistemas de control en tiempo real, esta tarjeta dispone de un micro controlador ATmega168p, conexión USB y fue construida utilizando herramientas de software libres como se muestra en

la Figura 2. El mismo año en la Universidad EAFIT de Medellín, se obtuvo el diseño y montaje de un sistema de adquisición de datos que permitiera visualizar las señales que generan los sensores de un motor de combustión interna de un carro y transmitir las al software para su posterior análisis y presentación.



**Figura I-1.** Tarjeta de adquisición de datos USB -1208fs comercial, utilizada en el proyecto realizado en la Universidad Superior José Antonio Echavarría, Cuba.



**Figura I-2.** Tarjeta de adquisición de datos multiplataforma por conexión USB, utilizada en el proyecto realizado en la universidad del Quindío, Colombia.

En el mercado encontramos gran variedad de *tarjetas de adquisición de datos* fabricados por las compañías de automatización (National Instruments, Intelligent instrumentation, Keithley, DPStelecom entre otros), estas tarjetas cuentan con entradas y salidas analógicas o digitales, contadores, temporizadores también incluyen software licenciado como lo es LabView. En la compañía local DPStelecom comercializan tarjetas de adquisición de datos para sistemas de monitoreo mediante trampas SNMP para aplicaciones de SCADA, por ejemplo implementar la comunicación de voz a todos los establecimientos a través de la red LAN (VoIPOrdewire).

## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La implementación y el diseño de sistemas Ethernet aplicados al uso de Control se ha vuelto muy útil sobre todo, en donde el tiempo es un recurso muy preciado, por lo que es necesaria la implementación de un sistema que permita la monitorización de equipos eléctricos a través de Ethernet sin necesidad de que se esté presente en el lugar donde se encuentran los equipos.

La idea de operación de una sola computadora y un solo lugar para llevar a cabo este proceso conllevaría un gran desperdicio de recursos, por lo que el sistema podría fácilmente conectarse a través de un sistema de red Ethernet existente para verificar su estado actual.

Con este proyecto se pretende dar una solución al problema de fallas que pudieran surgir en diferentes sistemas eléctricos o electrónicos, para conocer la temperatura, humedad e incluso el voltaje que circula por diferentes áreas de estos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar y analizar el funcionamiento de los sistemas de red Ethernet.
- Investigar la mejor opción dentro de la familia de microcontroladores Pic que soporte la comunicación Ethernet.
- Ver cuál de los protocolos de Ethernet existentes es el mejor para el proyecto.
- Diseñar e implementar una interfaz web para la monitorización de los diferentes sistemas eléctricos.
- Diseñar e implementar el circuito capaz de tomar la medición y comunicarse a través de Ethernet para mostrar los resultados.

## HIPÓTESIS

Con la implementación de tecnologías actuales se permitirá controlar un microcontrolador Pic18F4550 a través de una red Ethernet para así mandar la mediciones de monitoreo a una interfaz web siendo así un modo muy útil de detección de fallas en equipos eléctricos.

## 4.- Marco Teórico

### CONTROL AUTOMÁTICO Y NETWORKING EMBEBIDO

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.

Actualmente, cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo. [8]

Para explicar el fundamento de un sistema de control se puede utilizar como ejemplo un tirador de arco. El tirador mira a la diana, apunta y dispara. Si el punto de impacto resulta bajo, en el próximo intento levantará más el arco; si la flecha va alta, en la siguiente tirada bajará algo más el arco; y así sucesivamente, hasta que consiga la diana. El tirador sería el elemento de mando (da las órdenes de subir o bajar el brazo) y su brazo el elemento actuador.

En el ejemplo expuesto se observa que el objetivo se asegura mediante el método de prueba y error. Lógicamente los sistemas de control, al ser realizados por ordenadores o por otros medios analógicos, son más rápidos que en el caso del tirador.

Se puede mejorar el modelo sustituyendo el tirador por un soldado con un arma láser, que está continuamente disparando. El soldado es el elemento de mando en el sistema, y la mano con la que se sostiene el arma el elemento actuador.

En Automática se sustituye la presencia del ser humano por un mecanismo, circuito eléctrico, circuito electrónico o, más modernamente por un ordenador. El sistema de control será, en este caso automático.

### NETWORKING EMBEBIDO

El término “Embebido” también se le conoce como “incrustado” o “Embutido”, es un sistema informático de uso específico construido de un dispositivo mayor.

Está caracterizado que esos circuitos integrados son una parte integral del sistema en que se encuentran. Lo interesante de que un sistema sea “Embebido” es que puede estar de tal forma incrustada, que pueda quedar tan oculto a la vista humana, que la presencia de tales “Chips” no resulte obvia a quien lo mira. [8]

En un principio los sistemas embebidos eran aislados e incommunicados con el mundo exterior. En un ejemplo sencillo, el microcontrolador dentro de una maquina secadora estaba únicamente conectado a sus botones de control y motores, sin ofrecer ninguna forma de comunicación hacia el exterior a más de una simple visualización local si es que la tuviere. No todos los sistemas embebidos operan de esta manera. Algunos pueden comunicarse con otros

muy próximos o cercanos a él, o en algunos casos a un dispositivo remoto, el cual puede estar en una computadora.

El Networking es un término para métodos y técnicas usadas en el suministro de una comunicación confiable entre dos dispositivos separados geográficamente. El Networking requiere la implantación de estándares comunes y el uso de Hardware y Software compatible. Esto garantiza que la comunicación que se realiza entre maquinas o dispositivos que puedan estar en arquitecturas y sistemas completamente diferentes. En la Figura 3. Se muestra varias aplicaciones donde el Networking Embebido puede ser aplicado.



Figura II-3. Varias aplicaciones del Networking Embebido

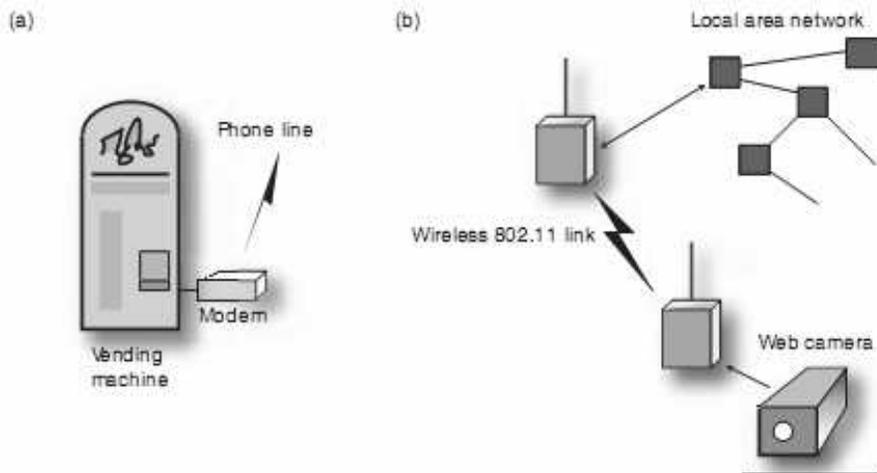


Figura II-4. Ejemplos de Networking Embebido

La Figura II-4 (a) muestra una máquina expendedora de productos con modem interno enlazado a una oficina central mediante una línea telefónica. El procesador dentro de la máquina expendedora puede ser un microprocesador estándar con sus periféricos normales

usados para el manejo de interruptores y motores que controlan a la maquina preguntando en intervalos definidos por el administrador del sistema su estado de funcionamiento. Por otra parte la máquina expendedora también puede informar acerca de su estado de funcionamiento sin necesidad que la oficina central le pregunte. Este ejemplo sin embargo, acarrea recursos a la empresa pues se hace uso de la línea telefónica como medio de comunicación. Una forma de reducir costos es conectarlo a internet a través de un ISP, ya que los costos de mantenimiento de una alternativa en red WAN son más baratos que un arrendamiento de línea dedicada.

La Figura II-4 (b) muestra otro ejemplo aplicable del Networking embebido, donde una cámara IP usa una red local existente para enviar imágenes desde un estacionamiento. Las imágenes son digitalizadas dentro de la cámara y enviadas en formato codificado a la oficina central, la cual decodifica las imágenes y las visualiza en la pantalla. Aquí se agrega una red Wireless al sistema, demostrando que el Networking Embebido no se limita únicamente a tecnologías cableadas.

Algunos de los trabajos realizaos en el área de monitoreo remoto, con características similares (uso de Ethernet e Internet) son:

- Sistema de gestión para redes de pequeñas y medianas empresas (Instituto Politécnico Nacional, México) [6]
- Monitoreo remoto de procesos a través del canal de voz de teléfonos celulares GSM (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas) [3]
- DaMA-Web: Un programa para monitoreo y control local y remoto vía web, de la adquisición de datos (Universidad Nacional de Salta, Argentina) [5]
- Desarrollo de una red de monitoreo por sensores remoto de la calidad de agua (Instituto Tecnológico de Costa Rica) [4]
- Desarrollo de un sistema flexible de control local y remoto para una red domótica en edificios inteligentes (Universidad Pública de Navarra, España) [13]
- Vigilando el desierto, Descripción Del Sistema de telemetría de la Estación Experimental de Zonas Áridas (Almería, España) [15]
- Desarrollo de un Servidor Web para adquisición de datos en Tiempo Real (Universidad de A. Coruña, España) [18]
- Laboratorios Remotos para las Practicas de Ingeniería de Sistemas y Automática (Universidad Miguel Hernández, España) [11]
- Control Remoto del tanque de experimentación hidroacustica del Instituto de Acústica del Consejo Superior de Investigación Científica (CSIC, España) [19]

## **Beneficios**

- Monitoreo y Control de ambientes industriales, domésticos y ofimáticos.
- Comunicación con otros dispositivos, ya que hay un número creciente de dispositivos que se conectan a Internet o a otras redes.
- Disminución de costos de implementación, al usar infraestructura de red existente.

- Se pueden implementar servidores para propósitos específicos sin el uso de un computador completo (Web Servers Embebidos).

## **Aplicaciones**

- Control de redes Industriales sobre Ethernet.
- Controles de refrigeración, calefacción, humedad, etc., en ambientes industriales.
- Estaciones Climatológicas
- Sistemas de seguridad y alarmas
- Sistemas de telefonía IP
- Monitoreo médico.

## **Protocolos**

Los protocolos utilizados en Networking embebido son los mismos utilizados en el área de redes de computadoras dados por el RFC (Request For Comments, (Peticiones Por Comentarios)), se los puede implementar dependiendo de la plataforma de hardware que los soporten, siendo así, en las primeras versiones de sistemas de Ethernet embebido es posible implementar:

**TCP/IP.-** Protocolo para Control de Transmisión / Protocolo de Internet

**ICMP.-** Protocolo de control sobre internet

En actuales tecnologías de interfaces de Ethernet embebido como en los productos del fabricante Wiznet en su último lanzamiento del w5300 es posible implementar protocolos como:

**HTTP.-** Protocolo de transferencia de hipertexto

**UDP.-** Protocolo de Datagrama de Usuario

**ARP.-** Protocolo de resolución de direcciones.

**DHCP.-** Protocolo Configuración Dinámica de Anfitrión

**PPPoE.-** Protocolo Punto a Punto sobre Ethernet

**IGMP.-** Protocolo de administración de grupo de internet [17]

## 5.- Metodología

# ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍAS PARA EL CONTROL Y NETWORKING EMBEBIDO

## MICROCONTROLADORES

Una de las principales herramientas que se utiliza hoy en la actualidad para el control, por lo que se debe escoger la serie, tecnología y fabricante a utilizar en la implementación del sistema. Existen diversos fabricantes y multitud de modelos que dificultan esta tarea.

Según volumen de ventas y diversidad de modelos se puede establecer como principales a los siguientes fabricantes.

- Microchip Technology Corp.
- Atmel Corp.
- STMicroelectronics.
- Motorola Semiconductors Corp.

## REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Los fabricantes listados anteriormente ofrecen una amplia gama de productos de difícil selección a simple vista, por lo que se deben considerar algunos parámetros para la selección de la mejor alternativa según lo que requiera la implementación del sistema, como los siguientes:

- El microprocesador debe ser de 8 bits, pues no se necesita demasiada carga de procesamiento.
- El microprocesador debe tener la memoria de programa (Memoria Flash) en un rango entre 22 Kb y 32 Kb, teniendo en cuenta toda la programación de Firmware para el manejo de Networking será almacenada en la memoria flash del microprocesador.
- El encapsulado del microcontrolador de ser de preferencia de tipo DIP por la facilidad para realizar pruebas de Hardware sobre un Breadboard (Protoboard).
- El microcontrolador debe tener necesariamente soporte de protocolo SPI para la comunicación con el Controlador Ethernet.
- Memoria EEPROM para almacenamiento permanente de datos
- El número de Pines para entradas/salidas debe ser mayor a 32, ya que se necesitarán para incluir más módulos.

## ALTERNATIVAS DE MICROCONTROLADORES

Por la facilidad de encontrar en el mercado local dispositivos de fabricantes como MICROCHIP y ATMEL se tomó estas alternativas de dispositivos para el estudio. Tomando en cuenta los requerimientos para la implementación se muestran los resultados en la Tabla (II-1)

Alternativas	Arquitectura	Memoria Flash	Memoria EEPROM	Pines Entrada/Salida	SPI	Encapsulado
PIC18F4550 <sup>(1)</sup>	8 bits	32 Kbyte	256 byte	35	SI	DIP
PIC18F4685	8 bits	96 Kbyte	1 Kbyte	34	SI	DIP
ATmega32	8 bits	32 Kbyte	1 Kbyte	32	SI	DIP

**Tabla II-1** Características de los microcontroladores que se ajustan a las necesidades del sistema.

Fuente: Páginas Web Oficiales de los Fabricantes

<sup>(1)</sup>Se escogió el PIC18F4685 por tener mayor memoria la necesaria para almacenar gran cantidad de información como lo va a ser la página web.

## ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA EN MICROCONTROLADORES

Es necesario establecer métricas para escoger la mejor opción de microprocesador, estas son:

- **Precio:** es la más importante, y fundamental para abaratar costos de producción.
- **Disponibilidad del componente en el país:** permite saber que tan difícil es encontrarlo en el medio local.

Para realizar la elección de la mejor alternativa se consultó los precios y disponibilidad con APM Micro una empresa establecida en la ciudad de Quito, pues es la más especializada en el país en tecnología embebida. De las cuales se obtuvieron los datos de la Tabla II-2.

Alternativa	Precio	Disponibilidad
PIC18F4550	\$ 90.00 a 120.00 MX	Excelente
PIC18F4685	\$*****	Nula
ATmega32	\$ 140.00 MX	Limitada

**Tabla II-2:** Alternativas de microprocesadores en el mercado

Fuente: Mercado Libre en México (se utilizó la web debido a la falta de todos estos en Aguascalientes)

No es necesario realizar ningún análisis más para determinar que el PIC18F4550 del fabricante Microchip es la mejor opción en microcontroladores para implementar el sistema de monitoreo.

### PIC18F4550

- Los Pic's de Microchip son los numero 1 en ventas de microcontroladores.

- Ventajas de los microcontroladores PIC de Microchip.
  - Amplia gama, gran variedad de familias que permiten adaptar el uC a las necesidades de cada aplicación.
  - Herramientas de desarrollo comunes.
  - Gran variedad de unidades funcionales embebidas (Temporizadores, USART, I2C, SPI, Unidades de Comparación/Captura/PWM, Convertidores A/D, USB, Receptores/Transistores de RF, Ethernet, Etc.).
- Precios competitivos.
- Buen soporte (Datasheet, Libros, Notas de Aplicación, Seminarios y Mucha Información Disponible en Internet).

<b>Características</b>	<b>PIC18F4550</b>
Frecuencia de Operación	Hasta 48MHz
Memoria de Programa (bytes)	32.768
Memoria RAM de Datos (bytes)	2.048
Memoria EEPROM Datos (bytes)	256
Interrupciones	20
Líneas de E/S	35
Temporizadores	4
Módulos de Comparación/Captura/PWM (CCP)	1
Módulos de Comparación/Capturas/PWM Mejorado (ECCP)	1
Canales de Comunicación Serie	MSSP, EUSART
Canal USB	1
Puerto Paralelo de Transmisión de Datos (SPP)	1
Canales de Conversión A/D de 10 bits	13 Canales
Comparadores Analógicos	2
Juego de Instrucciones	75 (83 ext.)
Encapsulados	PDIP 40 Pines QFN 40 Pines TQFP 40 Pines

**Tabla II-3** Características Básicas del microcontrolador PIC18F4550

**Fuente:** Datasheet proporcionado por Microchip

## NETWORKING EMBEBIDO

### REQUERIMIENTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Para el diseño y la implementación den Networking embebido se requiere:

- Que el dispositivo a ser utilizado sea capaz de interactuar con una red LAN, usando como medio de comunicación cable par trenzado del tipo categoría 5E, por ser el más común utilizado en una red local.

- El dispositivo a utilizar debe soportar protocolos como: ICMP, UDP, TCP, IP, ARP, ETHERNET, SPI.
- Debe ser compatible mínimo con redes 10BASET en adelante y transmisión half duplex.

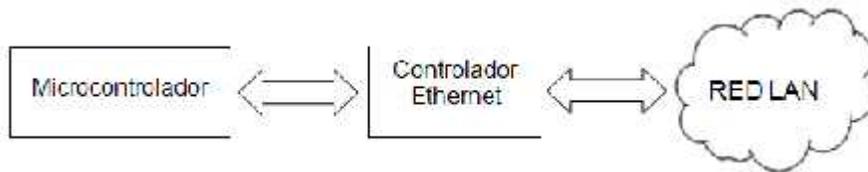
La comunicación con la red se realiza utilizando alguna alternativa de dispositivo para Networking embebido, actualmente existen muchas, sin embargo escoger la adecuada resulta una tarea difícil de realizar. De la misma manera que se hizo con los microcontroladores procedemos a buscar la mejor alternativa para la implementación.

## ALTERNATIVAS DE NETWORKING EMBEBIDO

De igual manera que los microcontroladores hay muchos fabricantes que ofrecen hoy por hoy muy diversas alternativas.

### Controlador Ethernet

Un Controlador Ethernet es un dispositivo capaz de enviar información desde un microcontrolador hacia una red LAN. Sin embargo, todo el procesamiento necesario para enviar datos a través de las capas del modelo OSI es realizado por el microcontrolador.



**Figura III-5** Networking Embebido (Controlador Ethernet)

Este tipo de soluciones ofrece flexibilidad al permitir escoger la familia de microcontroladores más conveniente para realizar cualquier proyecto en Networking Embebido. Es la opción más adecuada en el caso de querer fabricar el sistema al más bajo costo, siendo esta alternativa la que se utilizó para el diseño del sistema. Entre las alternativas de controladores Ethernet se encuentran:

### 1. ENC28J60



**Figura III-6** ENC28J60

**Descripción:**

Muy versátil al ofrecer la posibilidad de comunicarse mediante el protocolo SPI con el CPU del sistema. Maneja a la perfección las primeras dos capas del modelo OSI.

**Fabricante: MICROCHIP TECHNOLOGY CORP**

**Características Principales:**

- Compatible con redes Ethernet 10/100/1000 Base T.
- MAC integrada con interfaz 10 Base T.
- Soporta comunicación Full Duplex y Half Duplex
- Comunicación SPI a velocidades de 20 MHz.
- 8 Kb de memoria buffer para transmisión/recepción de paquetes.
- Filtrado de tramas mediante varias opciones de configuración.

**2. WIZNET 5300**

**Figura III-7 WIZNET 5300**

**Descripción:**

Es de lo mejor en controladores Ethernet, pues ofrece toda la implementación del modelo TCP/IP embebida en su circuitería interna, esto significa un ahorro de código muy significativo.

**Fabricante: WIZNET**

**Características Principales:**

- Soporta protocolos embebidos mediante hardware TCP, UDP, IP, ARP, Ethernet, etc.
- Soporta hasta 8 comunicaciones por sockets a la vez
- Interfaz de red de hasta 50 Mbps.
- 128 Kb de memoria Buffer para transmisión/recepción de paquetes
- Comunicación del CPU mediante interfaz paralela en modo directo e indirecto.

- Comunicación SPI con el CPU.

### 3. SITEPLAYER



Figura III-8 SitePlayer

#### Descripción:

El sistema de desarrollo SitePlayer™ ha sido diseñado para ofrecer a los integradores un punto de arranque para el desarrollo de productos con SitePlayer. Además de proporcionarles todas las conexiones de red y programación para el módulo SitePlayer, la placa de desarrollo también contiene muchas opciones de entrada/salida controlables por el usuario, como los Leds, botones pulsadores y salidas DAC/PWM que ayudan a acelerar el proceso de desarrollo.

#### Fabricante: NETMEDIA, Inc.

#### Características Principales:

- Completo Web Server en aproximadamente 1 pulgada cuadrada
- Gráficos dinámicos para display en tiempo real
- 48 Kb de flash para alojamiento de páginas web.
- Soporte para protocolos ARP, ICMP, IP, UDP, TCP, DHCP.
- Soporte para IP Dinámica o Estática.
- Soporta programación en JAVA, C, C++ y Visual Basic
- Autorización para páginas web usando el estándar HTML.

Para la selección del Controlador Ethernet no fue demasiado complicado debido a que en costos y existencias en el país el ENC28J60 fue el más adecuado ya que el SitePlayer y el Wiznet 5300 solo se consiguen fuera del país y el costo de estos rondaba cerca de los \$200.00MN más gastos de envío mientras que el ENC28J60 ronda los \$70.00 MN y la tarjeta ensamblada con todos los componentes necesarios solo tiene un valor entre \$100.00 y \$120.00 MN más gastos de envío lo que lo hace más adecuado ya que no necesitamos invertirle tiempo al montaje de esta.

Software de desarrollo para control y Ethernet embebido

En el mercado existen gran diversidad de software orientado al control automático y aún más para lo que es el Ethernet embebido por lo que se ha tomado en cuenta algunos aspectos para una selección apropiada como son:

- Un lenguaje de programación más utilizado para diseño de interfaces, manejo de puertos, programación de sockets.
- Tipo de licencia que posea, o en su preferencia que sea bajo licencia pública GPL.
- Portabilidad, reutilización de código, y guías de ayuda.
- Existencia en grupos y comunidades de internet, dedicadas a la elaboración y mantenimiento de proyectos para PIC's.

Analizando los aspectos a considerar para la selección de software se escogido "PIC C COMPILER" para el diseño del firmware y HTML para el diseño del panel de control.

## FIRMWARE:

Es un programa que es grabado en una memoria ROM y establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo. Se considera parte del hardware por estar integrado en la electrónica del dispositivo, pero también es software, pues proporciona la lógica y está programado por algún tipo de lenguaje de programación. El firmware recibe órdenes externas y responde operando el dispositivo.

Se encuentra el firmware en monitores, unidades de disco, impresoras, microprocesadores, etc.

El BIOS es un programa firmware. [1]

## PIC C COMPILER:

CCS desarrolló el primer compilador de C para microcontroladores Microchip hace más de 20 años y continúa ofreciendo soluciones de software para desarrolladores de aplicaciones integradas utilizando PIC<sup>®</sup> MCU y **PIC24 / dsPIC<sup>®</sup>** dispositivos DSC. Compiladores CCS son fáciles de usar y rápido de aprender. Para el programador con menos experiencia, un **libro de texto detallada** explicando el lenguaje C y cómo puede ser aplicado a PIC<sup>®</sup> microcontroladores.

### Claves del compilador Características:

- **Migrar fácilmente** entre todos Microchip PIC<sup>®</sup> dispositivos MCU
- Reducir al mínimo el tiempo de desarrollo con: **controladores de periféricos y construcciones C estándar**
- **C ++ flujos de entrada / salida de estilo** con los datos completos de formato a cualquier dispositivo o para cuerdas
- Utilizar bibliotecas de CCS y código objeto **sin derechos**
- Funciones útiles como **#bit** y **#byte** permiten variables de C para ser colocados en direcciones absolutas
- El tipo de un bit integral (**Short Int**) permite al compilador que genere código orientado a bits muy eficiente

- Defina fácilmente, configurar y gestionar **las interrupciones**
- **Adicional Compiler Detalles** [7]

## HTML:

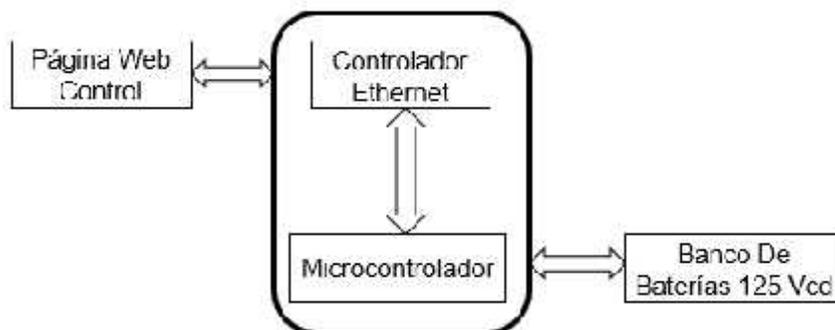
HTML (*HyperText Markup Language*) es un lenguaje muy sencillo que permite describir hipertexto, es decir, texto presentado de forma estructurada y agradable, con *enlaces (hyperlinks)* que conducen a otros documentos o fuentes de información relacionadas, y con *inserciones multimedia* (gráficos, sonido...) La descripción se basa en especificar en el texto la estructura lógica del contenido (títulos, párrafos de texto normal, enumeraciones, definiciones, citas, etc.) así como los diferentes efectos que se quieren dar (especificar los lugares del documento donde se debe poner cursiva, negrita, o un gráfico determinado) y dejar que luego la presentación final de dicho hipertexto se realice por un programa especializado (Google Chrome, Mozilla, Internet Explorer, etc). [12]

Diseño e implementación del sistema

En el momento del diseño se consideraron conceptos importantes como:

- **Parámetros de configuración local:** esto involucra la dirección MAC del sistema con el que se le identificar en la red LAN a nivel físico, la dirección IP (fija) con la que se le distingue a nivel lógico.
- **Parámetros de configuración remota:** esto involucra únicamente la dirección IP del host, una dirección ya conocida, con el que identifica a donde se envían los datos y de donde se recibirá las ordenes a nivel lógico.

Para cumplir con los objetivos del sistema, se necesita un adecuado diseño de hardware, en otras palabras se diseñó una plataforma sobre la cual se podrá realizar el diseño del Firmware para que el sistema funcione correctamente. Es necesario definir un diagrama de bloques del hardware requerido para diseñar el sistema (figura IV-9)



**Figura IV-9** Diagrama de bloques del sistema

# DISEÑO DE HARDWARE

## INTERFAZ CON LA RED

La interfaz con la red se refiere a las conexiones para la comunicación entre el microprocesador y el controlador Ethernet ENC28J60 mediante un bus serial en el que se utiliza el protocolo de comunicación SPI.

## PROTOCOLO SPI

SPI es un bus de tres líneas, sobre el cual se transmiten paquetes de información de 8 bits. Cada una de estas tres líneas porta la información entre los diferentes dispositivos conectados al bus. Cada dispositivo conectado al bus puede actuar como transmisor y receptor al mismo tiempo, por lo que este tipo de comunicación serial es full dúplex. Dos de estas líneas transfieren los datos (una en cada dirección) y la tercera línea es la del reloj.

Algunos dispositivos solo pueden ser transmisores y otros solo receptores, generalmente un dispositivo que transmite datos también puede recibir.

Un ejemplo podría ser una memoria EEPROM, el cual es un dispositivo que puede transmitir y recibir información.

Los dispositivos conectados al bus son definidos como maestros y esclavos. Un maestro es aquel que inicia la transferencia de información sobre el bus y genera las señales de reloj y control.

Un esclavo es un dispositivo controlado por el maestro. Cada esclavo es controlado sobre el bus a través de una línea selectora llamada **Chip Select o Select Slave**, por lo tanto es esclavo es activado solo cuando esta línea es seleccionada. Generalmente una línea de selección es dedicada para cada esclavo. En un tiempo determinado T1, solo podrá existir un maestro sobre el bus. Cualquier dispositivo esclavo que no esté seleccionado, debe deshabilitarse (ponerlo en alta impedancia) a través de la línea selectora (**chip select**).

El bus SPI emplea un simple registro de desplazamiento para transmitir la información.

### Especificaciones de BUS

Todas las líneas del bus transmiten la información sobre una sola dirección.

La señal sobre la línea de reloj (SCLK) es generada por el maestro y sincroniza la transferencia de datos.

La línea MOSI (Master Out Slave In) transporta los datos del maestro hacia el esclavo.

La Línea MISO (Master In Slave Out) transporta los datos del esclavo hacia el maestro.

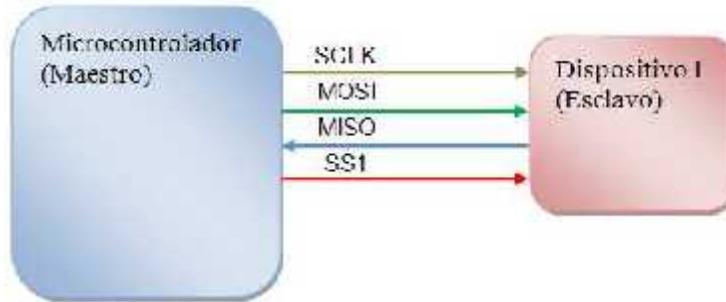


Figura IV-10 Diagrama de bloques Protocolo SPI

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERFAZ CON LA RED

Las conexiones con el controlador Ethernet ENC28J60 deben estar como especifica el fabricante, Microchip.

Se utiliza los pines designados para SPI del microcontrolador en el el puerto B, que funcionan con una alimentación de 3.3V de CC, como detalla la figura IV-11

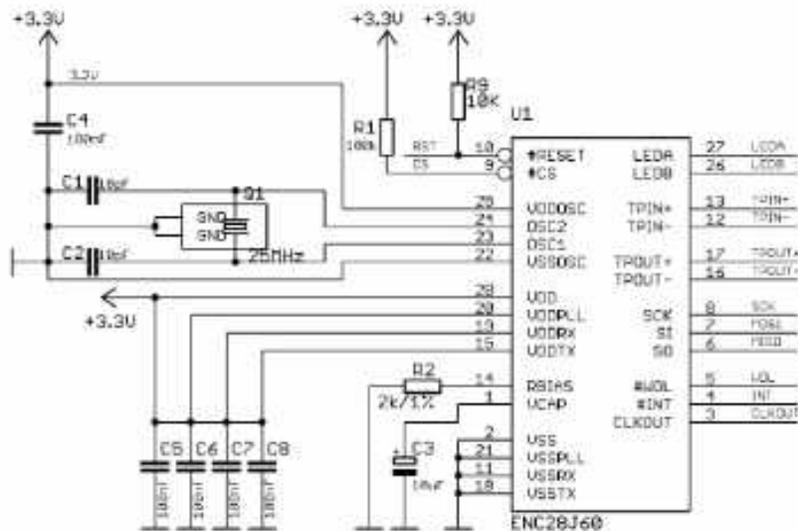
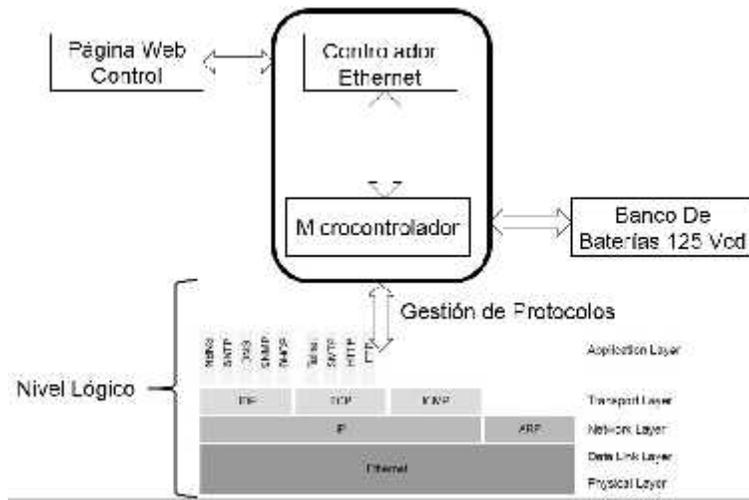


Figura IV-11 Diagrama de Hardware para el ENC28J60

## IMPLEMENTACIÓN DEL MICROCONTROLADOR PIC18F4550

La parte central del hardware la compone el microcontrolador y este bloque es implementado en su totalidad con el Firmware del sistema, el circuito físico del microprocesador fue tomado de la hoja de datos del PIC18F4550.





**Figura IV-14** Esquema del Firmware

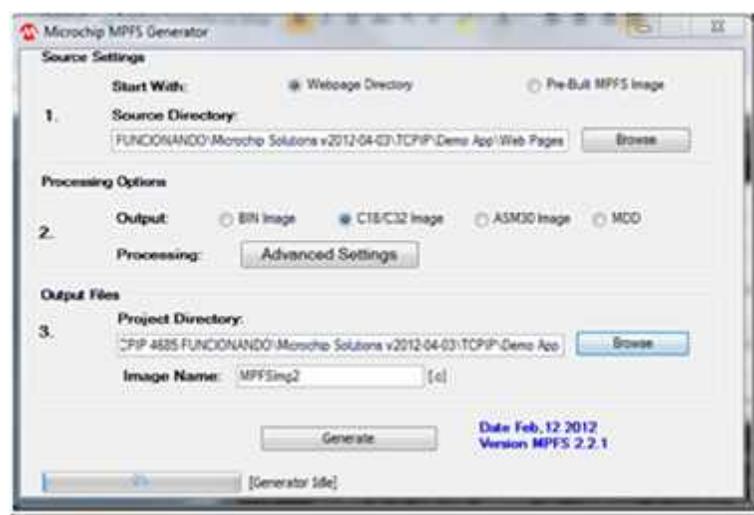
## 6.- Resultados

Una vez que tenemos el esquema del proyecto y la arquitectura del Firmware procedemos a la programación en CCS para ello necesitamos descargar a aplicación Demo App que se instala junto a las Microchip Application Libraries.

Modificaremos tres archivos:

- “HWP PIC18EX\_ENC28.h”: Lo principal que se ha modificado a este archivo son las configuraciones del micro, utilizando los pragma configs correspondientes para cada PIC. A partir de cómo lo hayamos configurado, debemos también cambiar el #define GetSystemClock() por la frecuencia a la que va a funcionar nuestro micro, en mi caso, utilizo un cristal de 10Mz, y he configurado el PLL para que multiplique por 4 esta frecuencia por lo que tengo una frecuencia de 40MHz. Otra cosa que tenemos que modificar según sea el micro que estemos utilizando es la posición de los pines de comunicación SPI que son SCK, SDI y SDO. Los pines CS y RST se pueden configurar al gusto de cada uno.
- “MainDemo.c”: Este es el programa principal y básicamente lo que se le ha hecho a este es eliminar todo lo que no se va a utilizar como memoria, wifi, UART o lcd. Dejando el archivo main muy reducido de forma que se entienda todo lo que hay en él.
- “TCPConfig.h”: De este archivo no se ha eliminado nada ya que dependiendo de cómo avance el proyecto puede que sea útil.

Una vez terminado todo el Firmware del micro, se creó una página web con el nombre del archivo principal como index.htm siendo esta una página sencilla para compensar la poca memoria que posee el pic18f4550 ya que para una página más pesada necesitaríamos implementar un lector de tarjetas SD. Una vez creada la página y todos los archivos que la componen se utilizó otra de las aplicaciones que se instalan junto con Microchip Application Libraries, que es MPFS2.



**Figura V-15** Ventana principal de la Aplicación MPFS2

Microchip utiliza un formato especial para introducir las páginas web en el microcontrolador, ese formato es el MPFS. Esta aplicación convierte una página web completa (imágenes, textos, enlaces, etc.) a un archivo cuyo formato dependerá de lo que nosotros necesitemos.

## PÁGINA WEB TERMINADA

Se realizaron varias modificaciones a la página para probar la comunicación la primera de ellas fue encender y apagar un led así como la medición de temperatura.



**Figura V-16** Formato básico de página web

Una vez lista la página web tuvimos que modificar el Firmware del micro para que sea capaz de sustituir el nombre de esas variables, por su valor. Para ello se modificó el archivo CustomHTTPApp.c, en este archivo encontramos las callback, las cuales son llamadas a funciones que darán valor a las variables dinámicas. Las callback tienen la siguiente forma:

```
void HTTPPrint_NombreVariable(void)
{
    TCPPutROMString(sktHTTP, [valor asignado]);
}
```

Debemos de tener en cuenta que por Ethernet solo podemos enviar String, por lo que se utilizaron bastante las sentencias del tipo itoa. Por ejemplo, si queremos que la variable led valga "on" cuando el led1 este encendido, y valga "off" cuando este apagado sería algo así:

```
void HTTPPrint_led(void)
{
    TCPPutROMString(sktHTTP, (LED1_IO?"ON":"OFF"));
}
```

Y si se desea mostrar temperatura que adquirimos de un sensor analógico no quedaría así:

```
void HTTPPrint_temperatura(void)
{
    BYTE AN0String[8];
    unsigned int ADval;
    WORD ADval_ch;
    ADCON0 = 0x02;
    while(ADCON0bits.GO);
```

```
ADval = ADRESH;  
ADval = ADval * 330;  
ADval = ADval / 255;  
ADval = ADval - 50;  
ADval_ch = (WORD)ADval;  
uitoa(ADval_ch, AN0String);  
TCPPutString(cktHTTP, AN0String);
```

De este modo nuestra página quedo de la siguiente forma:



Figura V-17 Pagina con valores mostrados.

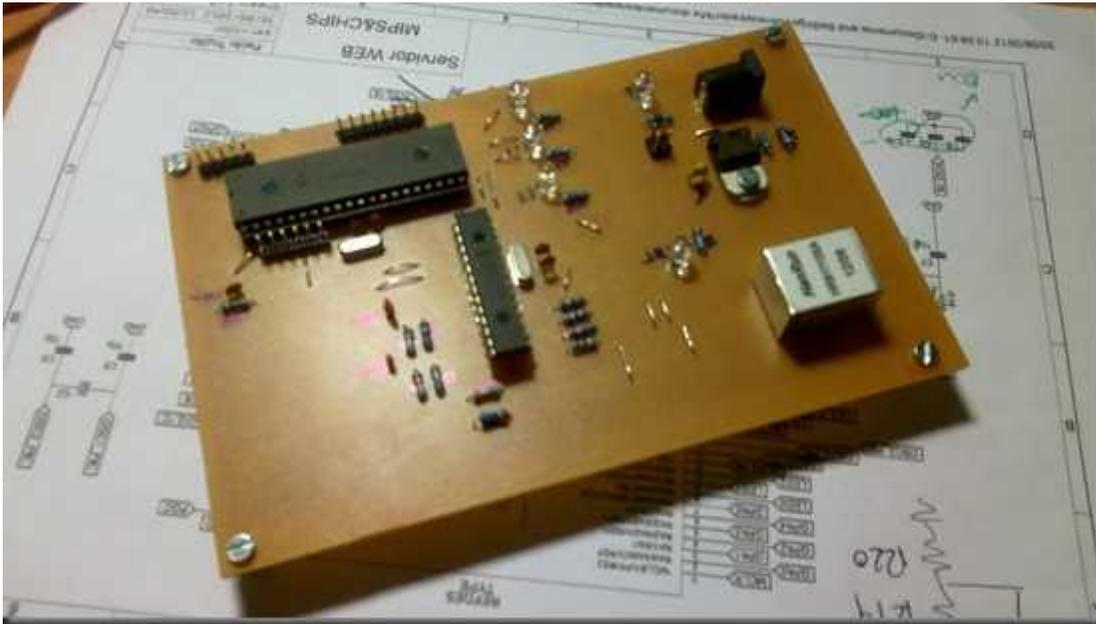


Figura V-18 Placa del Circuito Terminada

## 7.- Conclusions

This document is about of remote monitoring and established a system based in an Ethernet communication to verify the state of battery bank at 125 Vcc.

Thanks to the time he could perform only communication was leaving monitoring.

For complete the objectives of this work is necessary applicate different understanding obtained about information of Ethernet communication, it's implementation is based in PIC18F4550 and ENC28J60 and for the hardware and programming in language C for the implementation the Software.

When finished the system communication I complete the objectives stablished when begin this project, obtained the follow characteristics:

- Ethernet communication with designed user to this project using a PC, Tablet or Cell phone only if those have an internet connection.
- Practicable and easy to translated for monitoring to others electronic systems for software modify.
- Real time communication.
- This work will be involve the system thanks about it can apply many improvement.
- The Web Designer actually used technology with many capacity using the paradigm of object programing, it's about improvement.
- The final element don't have security in communication TCP/IP, it's necessary to have one kind of security in the interchange of the information. The certified of security, connections type SSL (Socket Secure Layer) used in HTTP Secure (HTTPS) permit increase the level of security in TCP/IP Connection.

## 8.- Programa de actividades Cronograma de actividades

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA  
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS  
SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

ESTUDIANTE: Marvin Viviano Quiroz Baez

NO. DE CONTROL: 081050179

NOMBRE DEL PROYECTO: Monitoreo a Bancos De Baterías en 125Vcc

EMPRESA: Comisión Federal De Electricidad (CFE)

ASESOR EXTERNO: Victor Hugo Curiel Delgado

ASESOR INTERNO: Victor Manuel Herrera Ambríz

PERIODO DE REALIZACIÓN: Septiembre - Diciembre 2014

ACTIVIDAD	Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
PLANEACION DEL PROYECTO												
DEFINICION DEL PROYECTO												
ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL												
PROPUESTA DE MEJORA												
ENTREGA DE PROPUESTA												
COMENZAR A DESARROLLAR												
ENTREG DE PROYECTO												

## 9.- Referencias

- [1] Alegsa.com, Definición de Firmware, de: [www.alegsa.com.ar/Dic/firmware.php](http://www.alegsa.com.ar/Dic/firmware.php)
- [2] AXELSON, J. Embedded Ethernet and internet complete. Madison: Lakeview Research LLC, 2003. pp. 91-242.
- [3] BODERO, LUIS. SARMIENTO, DIEGO. Monitoreo Remoto de procesos a través del canal de voz de teléfonos celulares GSM. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú, 2005
- [4] CHAVEZ, Adolfo, ARAYA, R. Freddy. Desarrollo de una red de monitoreo por sensores remotos de la cantidad de agua. Tecnología en Marcha. Vol. 18 N°.2.2002.
- [5] CARRANZA, C. MORALES, S. CARDÓN, L DaMA-Web. Un programa para el monitoreo y control local y remoto vía web, de la adquisición de datos. Avances en energías renovables y medio ambiente. Vol. 11.2007.
- [6] CASTILLO, H. CASTAÑEDA, B. Sistema de gestión para redes de pequeñas y medianas empresas. Instituto politécnico Nacional, México, 2004.
- [7] Custom Computer Services, (CCS), (2015, 01 de Enero). Código Optimización C Compiladores Para Microchip PIC y dsPic DSC [[www.ccsinfo.com](http://www.ccsinfo.com)], de: [www.ccsinfo.com/content.php?page=compilers](http://www.ccsinfo.com/content.php?page=compilers)
- [8] Electronicfr, (2015, Enero), Microcontrollers and Ethernet, [[www.electronicfr.com](http://www.electronicfr.com)], de: [www.electronicfr.com/index/.php/Microcontrollers-and-ethernet/](http://www.electronicfr.com/index/.php/Microcontrollers-and-ethernet/)
- [9] GARCÍA, B. Guía Completa de Protocolos de Telecomunicaciones. Traducido del inglés por Vuelapluma. 4ta. ed. España: McGraw-Hill, 2002. pp. 382-481.
- [10] INSAM, E. TCP/IP Embedded Internet Applications. Estados Unidos: Newness, 2003. pp. 5-28.
- [11] JIMENEZ, L. REINOSO, O. Laboratorios remotos para las prácticas de ingeniería de sistemas y automática en la Universidad Miguel Hernández. España. 2003
- [12] Lamarca, M. Lenguajes Hipertextuales [[www.hipertexto.info](http://www.hipertexto.info)], de: [www.hipertexto.info/documentos/lenguajes\\_h.htm](http://www.hipertexto.info/documentos/lenguajes_h.htm)
- [13] LLOBET, J. MATIAS, I. ARREGUI F. Desarrollo de un sistema flexible de control local y remoto para una red domótica en edificios inteligentes. Universidad Pública de Navarra: Dpto. Ingeniería Eléctrica y Electrónica. 1998.
- [14] MICROCHIP TECHNOLOGY CORP. ENC28J60 Data Sheet. Estados Unidos: Microchip Technology, 2008. pp. 1-98.
- [15] ORDINALES, R. MAGÁN, H. VIDAL, S. Vigilando el desierto. Descripción del Sistema de telemetría de la Estación Experimental de Zonas Áridas (Almería). Ecosistemas, revista de Ecología y Medio Ambiente, Septiembre 2001
- [16] PARDUE, J. C Programming for Microcontrollers. Knoxville: Smiley Micros, 2005. pp. 17-271.
- [17] [Personales.upv.es](http://personales.upv.es), Peticiones De Comentarios (RFC), de: [personales.upv.es/rmartin/Tcplp/cap01s03.html](http://personales.upv.es/rmartin/Tcplp/cap01s03.html)
- [18] RABUÑAL, J. OLIVEIRA, S. Desarrollo de un Servidor Web para Adquisición de Datos en Tiempo Real. Universidad de A Coruña, Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. España. 2002
- [19] RANZ, Carlos. GARCIA, Mario. Control remoto del tanque de experimentación hidroacustica del Instituto de Acústica del CSIC. España. 1999

- [15] STALLING, W. Comunicaciones y Redes de Computadores. Traducido del inglés por Días, J. 7ma ed. Madrid: Pearson, 2004. pp 587-805.