

CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO
PARA EDIFICACIONES POR CONSUMO ELÉCTRICO EN TIEMPO REAL CON
MONITOREO REMOTO

YADIR FERNANDO MEDINA RINCÓN



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
Facultad de Ingeniería Electrónica
Tunja, Colombia
2015

CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO
PARA EDIFICACIONES POR CONSUMO ELÉCTRICO EN TIEMPO REAL CON
MONITOREO REMOTO.

YADIR FERNANDO MEDINA RINCÓN

Trabajo de monografía que presenta los resultados de la investigación realizada
para obtener el título de Ingeniero Electrónico

Director
Ms(c).LAURA ALEJANDRA MARTÍNEZ TEJADA.
Msc. WILLIAM FERNANDO ÁLVAREZ CASTAÑEDA.



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
Facultad de Ingeniería Electrónica
Tunja, Colombia
2015

Exoneración de responsabilidades

Las ideas expresadas en esta tesis
Son responsabilidad exclusiva de los autores,
No es la opinión de la universidad Santo Tomás
O Facultad de Ingeniería Electrónica

Nota de aceptación

Observaciones

Firma Decano

Firma primer Jurado

Firma Segundo Jurado

Firma Director

Firma Director

Tunja, Noviembre del 2015

Dedico este trabajo en primera medida a Dios, quien me ha dado la oportunidad de vivir, al igual, que me ha dado la sabiduría y fortaleza para afrontar y superar las dificultades presentadas a lo largo de mi desarrollo, a mis padres, quienes me han dado todo, han creído en mí y a quienes les debemos no solo la posibilidad de mi formación como profesional sino también mi formación como persona, a mis familiares, amigos

y a todas las personas que contribuyeron a la culminación de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A Mi Familia y Amigos.

Primeramente, agradecer a Dios por haberme dado la vida, y con ella, salud y la sabiduría necesaria para afrontar las dificultades presentes en el recorrido hacia el cumplimiento de este sueño.

A mis maestros de vida, a quienes sabiendo que jamás encontrare las palabras y formas necesarias para expresar el agradecimiento y amor que merecen, por dedicar toda una vida de lucha y sacrificio a mi formación y bienestar, no me queda otra cosa que humildemente mencionar que hoy de joven y aun de viejo son y seguirán siendo los héroes que en la fantasía de cualquier niño debería existir, los amo Papá y Mamá, gracias por empeñarse en ser un ejemplo digno de admirar y seguir, del mismo modo, mil gracias por qué a pesar de los kilómetros de distancia que nos han separado su apoyo y alcahueterías les han hecho sentir muy cerca, situación que me ha dado la fortaleza de levantarme ante cada adversidad.

A mi hermano, por ser un referente en todos los aspectos de la vida, por enseñarme a ser no solo un profesional, sino también un excelente hermano y un buen hijo, gracias por convertirse a lo largo de los años en mí mejor amigo.

A mi hermanita Sofí, porque a pesar de su corta edad no deja de mostrarme la sencilla forma de disfrutar cada momento de la vida, también mil gracias por cuidar de Papá y Mamá estos largos años en que tanto mi hermano y yo nos hemos encontrado lejos de casa.

A mi familia por su incondicional apoyo y palabras de ánimo.

A cada una de esas personas que me acompañaron durante estos largos 5 años, siguiendo de cerca no solo el proceso correspondiente a mi formación académica, sino también a mi formación como persona, al igual que aquellas que estuvieron al tanto de mi estado de salud y contribuyeron a que cada día fuese mejor persona.

A Mis Compañeros y Docentes

A mis tutores por la dedicación acompañamiento, respaldo, asesoría y enseñanza brindada para poder llevar a feliz término este proyecto.

A los docentes de la facultad, quienes aportaron a mi formación académica todo su conocimiento y experiencias profesionales, al igual que dedicaron parte de su tiempo a apoyar mis procesos investigativos.

A La Facultad de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santo Tomás en cabeza de Su decano Ing. Camilo Ernesto Pardo Beainy, por su respaldo y Acompañamiento durante el proceso de formación académico.

Y finalmente a mis amigos y compañeros con quienes libre cada una de las “batallas académicas” presentadas durante la carrera, compartiendo así momentos de alegría y tristeza, al igual que angustias y júbilo.

TABLA DE CONTENIDO.

RESUMEN.	16
PROLOGO	17
1. INTRODUCCIÓN.	18
2. JUSTIFICACIÓN INICIAL O PRELIMINAR	19
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
3.1. FORMULACIÓN DE PREGUNTAS	20
3.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	20
3.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
4. OBJETIVOS	22
4.1. OBJETIVO GENERAL	22
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
5. ALCANCES Y LIMITACIONES	23
6. MARCO TEÓICO	24
6.1. HUELLA ECOLOGICA.....	24
6.1.1. Historia y generalidades	24
6.1.2. Huella de carbono.....	25
6.1.2.1. Huella de carbono de una organización	26
6.2. NORMATIVIDADES AMBIENTALES	27
6.2.1. Normas ISO	27
6.2.1.1. ISO 14000	27
6.2.1.1.1. Norma UNE-EN ISO 14064	28
6.2.2. El EMAS	29
6.2.2.1. ¿Qué es el EMAS?	29
6.2.2.2. Características	29
6.2.2.3. ¿Cómo conseguir el EMAS?	30
6.3. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE	31
6.3.1. COPILADO CCS C (PIC C).	31
6.3.1.1. Estructura de un programa.....	31
6.3.1.2. Tipos de datos.....	32

6.3.2.	VISUAL STUDIO.....	32
6.3.2.1.	ASP.NET.....	33
6.3.2.1.1.	Marco de trabajo de páginas y controles	33
6.3.2.1.2.	Compilador de ASP.NET	34
6.3.2.1.3.	Infraestructura de seguridad	34
6.3.2.1.4.	Funciones de administración de estado.....	34
6.3.2.1.5.	Configuración de ASP.NET	35
6.3.2.1.6.	Supervisión de estado y características de rendimiento	35
6.3.2.1.7.	Capacidad de depuración	35
6.3.2.1.8.	Marco de trabajo de servicios Web XML	36
6.3.2.1.9.	Entorno de host extensible y administración del ciclo de vida de las aplicaciones.....	36
6.3.2.1.10.	Entorno de diseñador extensible.....	36
6.4.	HERRAMIENTAS DE HARDWARE.....	36
6.4.1.	COMUNICACIÓN SERIE	36
6.4.1.1.	Módulo USART/SCI	37
6.4.1.2.	La norma RS232	40
6.4.2.	Módulo HC-06.....	41
6.4.3.	SENSORES.....	41
6.4.3.1.	Sensor de efecto hall.	43
6.5.	ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES	44
6.5.1.	Tipos de señales.....	44
6.5.1.1.	Señales unipolares y señales diferenciales.....	45
7.	METODOLOGÍA.	46
8.	DISEÑO DESARROLLO Y RESULTADOS	47
8.1.	CAPITULO I. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HARDWARE DE ADQUISICIÓN	48
8.1.1.	Potencia a calcular	48
8.1.2.	Sistema de operatividad.	49
8.1.3.	Acondicionamiento de la señal.	49
8.1.3.1.	Señal correspondiente a voltaje	50
8.1.3.2.	Adquisición y Acondicionamiento de la señal de Corriente	51
8.1.4.	Adquisición local de los datos.....	54

8.1.5.	Elaboración del prototipo.	58
8.1.5.1.	Parametrización del dispositivo.....	60
8.1.5.1.1.	Elaboración de banco de prueba y parametrización.	60
8.1.5.1.2.	Parametrización.....	61
8.1.5.2.	Elaboración de carcasa y presentación del prototipo final.	62
8.2.	CAPITULO II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN CON EL SERVIDOR LOCAL	63
8.2.1.	Protocolo de comunicación a usar.....	63
8.2.2.	Configuración del módulo serial del PIC.....	66
8.2.3.	Elaboración de la trama de datos a enviar	67
8.2.3.1.	División o segmentación del dato de corriente y voltaje.....	67
8.2.3.1.1.	Selección de los 5 bits menos significativos.	68
8.2.3.1.2.	Selección de los 5 bits más significativos	68
8.2.3.2.	Identificación del dato	68
8.2.3.3.	Tramas de datos a enviar.....	69
8.2.4.	Manipulación de los datos que llegan por serial al ordenador.	69
8.2.4.1.	Ejecutable de lectura del puerto de comunicación serial.	70
8.2.4.1.1.	Código de programación del ejecutable.....	72
8.3.	Capitulo III. DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN EN LA WEB	76
8.3.1.	Lectura del último dato albergado en la base de datos	77
8.3.2.	Consultar el promedio de los datos registrados en días anteriores. ..	78
8.3.3.	Publicación de la página web.	79
8.3.3.1.	Publicación de la página.	81
9.	APORTES DEL TRABAJO.....	83
10.	CONCLUSIONES.....	84
	ANEXOS.	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Huella ecológica y huella de carbono de la humanidad.	25
Figura 2. Esquema de los elementos que componen cada alcance.	27
Figura 3. Estructura básica de un programa.	32
Figura 4. Transmisión síncrona.	38
Figura 5. transmisión asíncrona.	38
Figura 6. Esquema del proceso de recepción en los AUSART.	40
Figura 7. conexión básica full duplex entre PIC y PC.	40
Figura 8. Módulo bluetooth HC-06.	41
Figura 9. Ley de la mano izquierda.	44
Figura 10. Tipos de señales según sus terminales.	45
Figura 11. Diagrama de bloques de las actividades a realizar.	47
Figura 12. Triángulo de potencia.	49
Figura 13. Diagrama de bloques del sistema implementado.	49
Figura 14. Señal de voltaje rectificada.	50
Figura 15. Diagrama de bloques de la adquisición y acondicionamiento de la señal de voltaje.	50
Figura 16. Acondicionamiento de voltaje.	51
Figura 17. Sensor de corriente.	52
Figura 18. Circuito de acondicionamiento del sensor de corriente.	52
Figura 19. Acondicionamiento de la señal de corriente.	54
Figura 20. Diagrama de flujo de la programación cargada al microcontrolador. ...	58
Figura 21. Diagrama eléctrico de la fuente de alimentación del sistema.	58
Figura 22. Medidor de huella de carbono implementado en PCB.	59
Figura 23. Dispositivo final.	59
Figura 24. Banco de cargas.	60
Figura 25. Conexión interna del banco de cargas.	61
Figura 26. Circuito de control de fase, para control de iluminación.	61
Figura 27. Agregar un dispositivo.	64
Figura 28. Dispositivos vinculados con el ordenador.	65
Figura 29. COM asignado a la comunicación.	65
Figura 30. Configuración del módulo USART del PIC.	66
Figura 31. Estructura de la trama de datos a enviar.	67
Figura 32. Valor numérico de cada bit de una trama de 10 bits.	68
Figura 33. Segmento del código cargado en el microcontrolador, con el cual se acondicionan los datos.	69
Figura 34. Monitor serial de Arduino.	70
Figura 35. Pantalla emergente del ejecutable realizado.	71

Figura 36.Búsqueda de puertos disponibles y generación de combo box.	72
Figura 37.Reconstrucción de los datos adquiridos por comunicación serial	73
Figura 38.Cálculo y visualización en el ejecutable de las variables de interés.....	74
Figura 39.Direccionamiento a la base de datos.	75
Figura 40.Función de asignación de datos a la base de datos.	75
Figura 41. Segmento de código en el cual se muestra como agregar un dato a la base de datos cada minuto.	76
Figura 42.Página web desarrollada.....	77
Figura 43.Página web desarrollada.....	77
Figura 44.Conexión con la base de datos y datos a consultar.	78
Figura 45.Segmento del código de la página web desarrollada para la visualización de los datos consultado.....	78
Figura 46.Segmento del código de la página web, en el que se consulta y suma, todos los datos que corresponden a una fecha en específico.....	79
Figura 47.Segmento de código que realiza el promedio de los datos correspondientes a un día.	79
Figura 48.Página web del proveedor del hosting gratuito (somee).	80
Figura 49.Gestor del website creado (medidorhc).....	81
Figura 50.File manager del website.	82
Figura 51. Dirección de la base de datos.	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Datos aceptados por CCS C.	32
Tabla 2. Sensores utilizados en automatismos industriales	42
Tabla 3 Características Sensores	43
Tabla 4. Tabla de parametrización del sensor de corriente.....	62
Tabla 5.Diferencias entre el uso del printf y putc en cuanto a la representación numérica de un dato.....	67
Tabla 6. Datos de cabecera de cada trama a enviar	68

GLOSARIO

ASP.NET: Es un modelo de desarrollo Web unificado que incluye los servicios necesarios para crear aplicaciones Web empresariales con el código mínimo. ASP.NET forma parte de .NET Framework y al codificar las aplicaciones ASP.NET tiene acceso a las clases en .NET Framework.

Ejecutable: es tradicionalmente un archivo binario, o como se le conoce habitualmente, cuyo contenido se interpreta por el ordenador como un programa.

Factor de emisión de CO₂: Es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de producción.

Fuentes de gases de efecto invernadero: Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmosfera.

GEI: Componente gaseoso de la atmosfera, tanto natural como antropogénico que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. Algunos de los GEI son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Hosting: es el espacio físico donde se van a almacenar los archivos que conforman una web, unos correos electrónicos y demás información. El hosting es un servicio que proporciona un espacio para alojar una web, de modo que todo el mundo pueda visitarla.

Huella de carbono: La huella de carbono es la cantidad de Gases Efecto Invernadero – GEI emitidos a la atmosfera por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto. Gases de efecto invernadero.

La potencia activa representa la capacidad de una instalación eléctrica para transformar la energía eléctrica en trabajo útil: mecánica (movimiento o fuerza), lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es realmente la consumida en una instalación eléctrica.

La potencia aparente es la suma vectorial de las potencias activa y reactiva. Para una tensión dada la potencia aparente es proporcional a la intensidad que circula por la instalación eléctrica.

La potencia reactiva no es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes.

Label:El control de servidor Web Label proporciona una forma de mostrar texto debajo de los controles de programación de una página Web ASP.NET.

RESUMEN.

En las últimas décadas, la atención de la totalidad de la población mundial, en especial la de científicos e investigadores a estado puesta en los importantes cambios climáticos que se han presentado, situación que ha llevado a buscar alternativas que minimicen los procesos de generación de gases de efecto invernadero que están ocasionando dichos cambios climáticos.

Durante el desarrollo de este documento se busca explicar de manera detallada los procedimientos seguidos para la construcción de un dispositivo medidor de huella de carbono para edificaciones en tiempo real por concepto de consumo energético, con el fin de elaborar una herramienta que otorgue soporte a los diferentes procesos de educación, cuya temática de interés corresponda al uso racional de la energía, con el fin de minimizar la huella de carbono y por ende la producción de gases de efecto invernadero que representa la generación eléctrica.

Para la creación de este dispositivo, se toma como mensurando indirecto la huella de carbono, ya que esta es obtenida a través de la relación de voltaje y corriente suministrada a la edificación o instrumento en evaluación, motivo por el cual estas dos señales son sensadas de manera externa, la primera a través del uso de transformadores y divisores resistivos, mientras que la segunda haciendo uso de un sensor de corriente de efecto HALL.

Tras sensar las señales, su representación en voltaje es llevada a un sistema microcontrolado que se encarga de la correspondiente interpretación y posterior visualización de manera local en una LCD.

La visualización de los datos adquiridos también se puede realizar a través de una página web creada exclusivamente para este fin, la cual se encuentra albergada en un Hosting gratuito.

PROLOGO

El ingeniero electrónico posee un gran campo de desempeño profesional, el cual puede ser bien aprovechado desde aplicaciones domésticas, hasta en las grandes industrias; la electrónica como mecanismo de fomento de tecnología genera sistemas y circuitos que optimizan el funcionamiento de las máquinas y la forma como las empleamos. El tomar conciencia de los equipos, su forma de operación y cómo podemos optimizar los recursos disponibles; es vital dadas las condiciones medioambientales que estamos experimentando y que si no se hace algo al respecto, terminaremos por acabar nuestro hábitat.

El equipo medidor de la huella de carbono desarrollado en el presente proyecto, es una excelente herramienta que permite no solo tomar conciencia del CO₂ equivalente al consumo eléctrico en una edificación, sino también conocerlo en tiempo real lo que nos permite hacer inmediatamente los ajustes necesarios para reducir este impacto al medio ambiente. Lo cual se convierte no solo en un elemento de control, y una oportunidad reducir el daño que se le está causado de forma creciente al planeta, sino también en una idea de negocio debido a que en lineamientos como el Protocolo de Kioto y RIO+20, entre otros, se ha establecido que los grandes generadores contaminantes deben contrarrestar su daños al ecosistema con bonos de carbono, reduciendo la cantidad de estos al realizar procesos de gestión energética fundamentados inicialmente en el uso racional y eficiente de la energía. Además el monitoreo remoto permite realizar una evaluación del impacto ambiental en el momento y lugar deseado, permitiendo además tener la disponibilidad de consultar el histórico de los registros para poder detectar los momentos en los cuales la demanda de energía es máxima para poder identificar los posibles problemas y tratar de mitigar el impacto ambiental.

Andrea Catalina Alvarado

Ingeniera Electrónica

Magister en Ingeniería – Énfasis: Energías alternativas.

1. INTRODUCCIÓN.

Desde el surgimiento del ser humano, existe un insaciable deseo por facilitar y optimizar la ejecución de todas las tareas a desarrollar en su cotidianidad, situación que llevo al surgimiento de un sin número de áreas del conocimiento y por ende profesiones dentro de las cuales se destaca la ingeniería electrónica quien ha ofrecido importantes avances tecnológicos que han llevado a la creación de dispositivos que décadas atrás se consideraban tan solo un producto de la imaginación de codiciosos investigadores.

Dentro de la ingeniería electrónica, se encuentra el desarrollo de energías alternativas, un área que ha puesto todo su potencial en el desarrollo de modelos, sistemas y dispositivos que contribuyan a la generación de energía eléctrica a través de procesos no contaminantes al igual que permitan educar a la comunidad consumidora, para que esta haga un adecuado y racional uso de la energía, con el fin de disminuir las afecciones medio ambientales que se han producido dentro del marco considerado como desarrollo tecnológico y evolución humana.

Cumpliendo lo anterior, la idea central del sistema que se desarrollará, es proporcionar un dispositivo sencillo, preciso y atractivo, que se encuentre en la capacidad de calcular la potencia activa total consumida por una edificación cuyo disposición eléctrica obedezcan a un sistema de alimentación monofásico, con el fin de convertir dicho valor en el equivalente de CO₂ producido durante el procedimiento de generación de la energía eléctrica. Esto con la intención de poder brindar una herramienta académica que soporte de manera práctica los procesos de concientización de la importancia del uso racional de la energía.

Otra de las aplicaciones bajo las cuales fue pensado el dispositivo, es poder contribuir a la gestión energética que día a día toma más importancia en los diferentes procesos industriales.

Por tanto el dispositivo a elaborar en el proyecto titulado “CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO PARA EDIFICACIONES POR CONSUMO ELÉCTRICO EN TIEMPO REAL CON MONITOREO REMOTO”, se puede considerar como una importante herramienta de apoyo a la ejecución de planes de consumo energético, generación de bonos de carbono, educación de la importancia del uso racional de la energía y contribución a la preservación del medio ambiente, entre otros.

2. JUSTIFICACIÓN INICIAL O PRELIMINAR

Tras evaluar los diferentes mecanismos de generación de energía, independientemente la fuente que utilicen, todas generan un importante grado de contaminación, presente ya sea en el proceso de generación propiamente dicho, o en los procesos de manufactura de los equipo requerido, al igual que en los desechos generados cuando la vida útil de los mismos finalice, así que el mejor mecanismo encontrado para la contribución del mantenimiento y rehabilitación del medioambiente, desde el punto de vista de la disminución de emisiones contaminantes por generación de electricidad, no es otra que el uso racional de esta, la cual es posible lograrla, a través, de la capacitación y concientización de la población consumidora (población mundial). También se puede mencionar que, el uso racional de la energía ofrece ventajas sobre otras alternativas de generación eléctrica, por ejemplo, a diferencia de la energía solar, puede ofrecer sin duda alguna el 100% de su eficiencia, no genera contaminación auditiva ni afecta la fauna como la eólica, mucho menos cuesta lo que una producción mareomotriz o hidroeléctrica, y lo mejor de todo no contamina antes, durante, ni finalizada su implementación, (esto solo por mencionar algunos ejemplos), de esta situación se ha percatado organizaciones tales como CORPOYACA quien en el presente a lanzado el proyecto “Boyacá 2030, 20% menos producción de huella de carbono”.

Del mismo modo es importante resaltar que la ingeniería electrónica posee las herramientas necesarias para la generación de instrumentos que permitan dicha concientización, otorgándole a la población datos en tiempo real y de manera remota, del consumo generado. También permite crear analogías que permitan hacer más tangible el efecto ocasionado por acciones como dejar conectado por largos periodos de tiempo (sin estar usándolo) un cargado de celular etc.

Como si lo anterior fuese poco, vale recalcar que el uso racional de la energía eléctrica generada por la concientización de la población consumidora no solo trae consigo importantes contribuciones a la preservación del medio ambiente al disminuir las emisiones de carbono producidas por las plantas generadoras, sino que también otorgan un importante soporte económico a la comunidad reduciendo las sumas de dinero que estas deben pagar por concepto de consumo energético, el cual es uno de los servicios públicos más costosos de la actualidad junto con el agua.

Finalmente ya es hora que desde la academia se empiece a enfatizar en el uso racional de la energía, y porque no, que sea la universidad Santo Tomás de Tunja una de las instituciones pioneras de ello, fundamentando su formación, en

instrumentos que proporcionen información verídica y en tiempo real, ampliando la proyección social de la misma.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

3.1. FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

- ¿Qué mecanismos se pueden implementar para hallar la generación de huella de carbono producida por el consumo eléctrico de una edificación a través del consumo de potencia del mismo?
- ¿Qué instrumentos electrónicos pueden ser diseñados y contruidos para contribuir en la formación de la sociedad con respecto a la importancia del uso racional de la energía?
- ¿Con que herramientas tangibles cuenta la academia, para permitir afianzar sus labores de enseñanza en temas correspondientes al impacto medioambiental que puede ocasionar el inadecuado uso de la energía?
- ¿Puede la Universidad Santo Tomás de Aquino seccional Tunja desde su facultad de ingeniería electrónica, ser un claustro educativo pionero en la generación de instrumentos de educación medioambiental?

3.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La generación de energía eléctrica proveniente de hidrocarburos y centrales de generación altamente contaminantes como termoeléctricas, han ocasionado el incremento en los costos del servicio y notables deterioros ambientales, lo cual ha obligado al ser humano a migrar hacia fuentes de producción de energía alternativas que aprovechan fuentes de otra naturaleza, pues la generación, distribución y consumo de energía es uno de los ítems de evaluación a la hora de juzgar el desarrollo de un país, y bien se sabe que dicho consumo eléctrico no disminuye con el paso de los años, por el contrario aumenta sustancialmente, pues no solo aumenta la población, sino también el uso de elementos electrónicos en la cotidianidad del ser humano.

Por ejemplo, la demanda de energía eléctrica en Colombia en 2012 alcanzó los 59 370 GWh registrando un crecimiento del 3,8% con relación al año 2011, convirtiéndose así, en el mayor crecimiento de demanda en los últimos cinco años ^[1], y Según las proyecciones realizadas, el consumo de energía en los países en desarrollo como el nuestro crecerá a un ritmo promedio anual del 3 por ciento entre 2004 y 2020 ^[2].

Tenido como precedente lo anterior, los esfuerzos de una gran parte de la comunidad investigadora se han centralizado, en buscar alternativas cuyas fuentes de producción energética sean renovables y mínimamente contaminante, pero para cuando estas logren suplir la necesidad energética mundial (“si es que lo hacen”) puede ser demasiado tarde, así que por el momento es de mencionar que todo proceso de generación de electricidad conlleva una serie de afectaciones medioambientales, situación que lleva a creer que la solución no se encuentra tan solo en la forma en cómo se produce la electricidad, sino también en la responsabilidad con que es consumida.

Algunas centrales eléctricas cuyo proceso de generación se fundamenta en la quema de combustibles fósiles como el carbón o el fuel, generan directamente cenizas y vapores entre los cuales encontramos emisiones de CO₂ (dióxido de carbono), quien es uno de los gases que favorecen el efecto invernadero. Este efecto es el responsable de que la tierra tenga su temperatura, pero un exceso de CO₂ en la atmosfera puede provocar un aumento sustancial de temperatura.

De igual manera, si bien, las Centras de generación que basan su producción en energías alternativa no contaminan de igual manera durante el ciclo de producción, el proceso de fabricación de los elementos necesarios para establecer la central, al igual que los residuos producidos en el momento de finalizar la vida útil de cada instrumento si lo hacen.

3.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué información necesitan las empresas de energía e instituciones públicas y privadas para la implementación de políticas claras de regulación de consumo energético que lleven a reducir la producción de gas carbónico (o huella de carbono) en la región?

Boyacá posee importantes centrales de generación eléctrica, situación que le convierte en uno de los departamentos más importantes de la región centro oriental del país en cuanto a producción y distribución de energía, dentro de dichas centrales se destaca TERMOPAIPA, quien a través de sus cuatro unidades se ha posicionado por ya casi dos décadas como la termoeléctrica más importante del país cuyo combustible único es la quema de carbón bituminoso, situación que le ha permitido a sus dueños (GENSA), Entrar y permanecer en la bolsa de energía del país, pues la demanda energética en esta zona de Colombia, al igual que en todo el territorio nacional no para de crecer, pero conforme crece la demanda de energía y la producción por parte de este tipo de centrales, también crece la producción de huella de carbono y las implicaciones sanitarias y de sobrevivencia que esta conlleva, de igual manera, a esto se le agrega, la contaminación producida por los inescrupulosos incendios presentados en las enormes cárceles de carbono que representaban los cerros de zonas como Villa de Leiva y Nobsa, afectando primordialmente a las poblaciones aledañas, en este caso municipios tales como Tibasosa, Nobsa, Duitama, Paipa, villa de Leiva, entre

otras, pero de quienes sus habitantes siguen derrochando energía por falta de educación.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- ❖ Implementar un prototipo de equipo medidor de la huella de carbono producida por el consumo eléctrico, para edificaciones en tiempo real, cuyo monitoreo se realice de manera remota, incentivando así el uso racional de la energía.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar un sistema electrónico micro controlado que permita medir en tiempo real la potencia total consumida por una edificación cuyo exigencias energéticas no sean superiores a los 8400 W, con el fin de hallar la producción de huella de carbono generada en razón de dicho consumo.
- ❖ Generar un reporte de datos que permita almacenar los valores adquiridos por el sistema de medida, permitiendo la manipulación de los mismos en cualquier momento, con el fin de tener la capacidad de conocer registros anteriores a los realizados en tiempo real.
- ❖ Realizar una aplicación WEB, que pueda ser ejecutada en cualquier dispositivo que posea acceso a internet, y que ofrezca la visualización de los valore existentes en la base de datos, logrando así tener un monitoreo remoto del sistema, proyectando valores tales como voltaje, corriente, potencia consumida y huella de carbono producida, de las medidas realizadas en tiempo real al igual que las registradas con anterioridad.
- ❖ Realizar un proceso de parametrización del dispositivo, concerniente a la medición de voltaje y corriente realizada por el sistema de medida, usando como patrón un multímetro Fluck, cuya trazabilidad se considera alta, eso con el fin de darle confiabilidad a los datos adquiridos.

5. ALCANCES Y LIMITACIONES

El proyecto encuentra su aplicabilidad a la hora de ofrecer una herramienta tangible que permita soportar los diferentes procesos de capacitación cuyo objeto de divulgación sea el consumo racional de la energía y la importancia medioambiental que conlleva el adquirir prácticas responsables de consumo eléctrico, de igual forma se puede contribuir al adecuado desarrollo de los planes energéticos formulados en diferentes procesos industriales, como también apoyar iniciativas de disminución de producción de huella de carbono tales como “Boyacá 2030, 20% menos huella de carbono”, iniciativa propuesta por CORPOBOYACA.

En cuanto a limitaciones, es necesario mencionar que la precisión del dispositivo es afectada por la capacidad de procesamiento del mismo, que tan solo permite tomar 40 muestras por periodo de la señal a evaluar. Del mismo modo las edificaciones en las cuales puede ser utilizado, son en aquellas que no superen un consumo de 8400 Wh,

6. MARCO TEÓICO

6.1. HUELLA ECOLOGICA

6.1.1. Historia y generalidades

La noción de Huella Ecológica (HE) se instaló a comienzos de la década de 1960 a partir de estudios pioneros (Wackernagel et al., 2002) que surgieron al observarse una aceleración del crecimiento económico, del consumo per capital y del uso de recursos naturales en las economías más desarrolladas. El precio que se estaba pagando a cuenta de ese enriquecimiento material era la degradación y destrucción de suelos, agua, aire, bosques y el hábitat que sirve de refugio a la diversidad biológica. La conclusión más impactante de esos trabajos, típicamente Maltusianos, fue que la sobrecarga ecológica producida por el desarrollo social y económico conduciría a una auto destrucción y a un empobrecimiento de los recursos del planeta.

El concepto de Huella Ecológica es simple: consiste en convertir los flujos de energía y materia que ingresan a, o salen de, un país o región en su equivalencia de tierra y agua utilizada. Expresada en términos más simples, la Huella Ecológica es un instrumento de contabilidad que permite estimar los requerimientos de consumo y los requerimientos de asimilación de desechos de una población o país o en relación a la cantidad de tierra productiva que dispone (Wackernagel y Rees, 1996). De esta manera, hay países que tienen una pauta de consumo mayor a su capacidad biológica para producir los bienes que consume, mientras otros países tienen una capacidad biológica de producción que excede a lo que realmente consumen. En general, los países desarrollados caen en la primera categoría y por ello se dice que tienen una elevada Huella Ecológica. No solamente utilizan todas sus tierras disponibles para producir, sino que deben recurrir a las tierras de terceros países (Generalmente países en desarrollo) para adquirir los bienes demandados.

Pese a que nos permiten ordenar a los países y regiones en función de sus impactos relativos sobre el planeta, los indicadores de Huella Ecológica suelen ser cuestionados por ecólogos y ambientalistas porque ofrecen valoraciones muy agregadas y genéricas de daño ambiental, sin diferenciar impactos específicos que permitirían abordar soluciones en forma puntual. No obstante, inspirados en la noción de Huella Ecológica, hoy existen iniciativas que apuntan a diferenciar otras “huellas” de mayor especificidad temática, como las huellas del carbono, la energética, la hídrica, la mineral, etc.

6.1.2. Huella de carbono

La Huella del Carbono (HC) constituye un componente importante de la Huella Ecológica total. Las estimaciones globales indican que la Huella Ecológica total de la humanidad (y naturalmente, la propia HC) no han dejado de crecer en los últimos 40-50 años (Figura 1). Más aún, existen autores que sostienen que el punto de equilibrio entre la Huella Ecológica y la capacidad biológica del planeta se habría quebrado a mediados de la década de 1980. La HC adquiere importancia cuando la sociedad global se percató que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas por el hombre tienen un impacto directo sobre el actual calentamiento global que sufre el planeta (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC, 2007). Los sucesivos informes del IPCC vienen dando cuenta de la inequívoca influencia que ha tenido el hombre en los últimos 200 años en el calentamiento atmosférico y el cambio climático a escala planetaria que sufrimos hoy. No se observan todavía señales de una reversión de tendencias en la emisión de GEI, y es poco probable que, aun revirtiendo esas tendencias, en las próximas décadas se detenga el proceso de calentamiento global. Pero aún si se logran invertir, los efectos sobre la temperatura recién se apreciarían hacia fines del siglo XXI. No obstante, existe un consenso dominante en la comunidad de naciones de la necesidad de poner el proceso de emisiones de GEI y su concentración en la atmósfera bajo condiciones de gobernabilidad global.

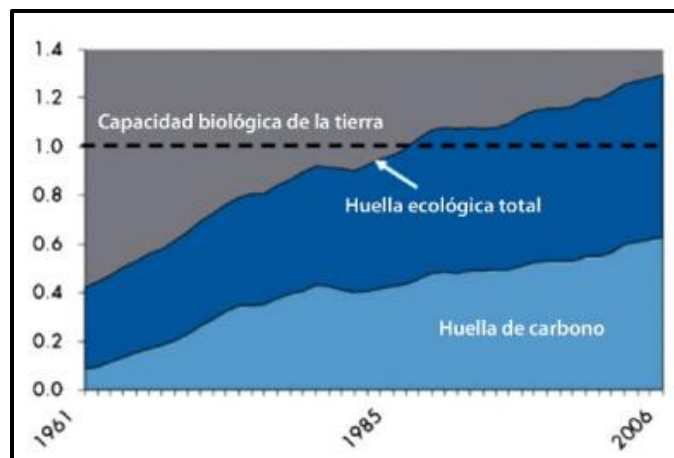


Figura 1. Huella ecológica y huella de carbono de la humanidad.

Fuente. Viglizzo.E. (2010). Huella de carbono, ambiente y agricultura en el cono sur de Suramérica.

La Huella de Carbono (HC) es una medida que trata de cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) -expresada en equivalentes de CO₂ - que son liberadas a la atmósfera como resultado de intervenciones humanas. Comprende todas las actividades o eslabones de un proceso que describe el ciclo de vida de un producto, desde las materias primas utilizadas

hasta el desecho final como residuo. De esta manera, el consumidor puede tener una idea del potencial de contaminación de los productos que consume. La HC representa el 50% de la Huella Ecológica total de la humanidad y es, sin duda, el componente que crece más rápidamente y genera mayor preocupación por sus efectos potenciales sobre el cambio climático. Es una expresión de la necesidad de captura de CO₂ emitido para mantener a la atmósfera global dentro de rangos térmicos estables.¹

6.1.2.1. **Huella de carbono de una organización.**

Cuando se habla de huella de carbono de una organización y de las fuentes emisoras que se analizan en su cálculo, recurrimos al término Alcance, clasificándolo en alcance 1, 2 y 3

En primer lugar, cabe indicar que las emisiones asociadas a las operaciones de una organización se pueden clasificar como emisiones directas o indirectas.

- **Emisiones directas de GEI:** son emisiones de fuentes que son propiedad de o están controladas por la organización. De una manera muy simplificada, podrían entenderse como las emisiones producidas in situ en el lugar donde se produce la actividad, por ejemplo, las emisiones debidas al sistema de calefacción si éste se basa en la quema de combustibles fósiles.
- **Emisiones indirectas de GEI:** son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, pero que ocurren en fuentes que son propiedad de o están controladas por otra organización. Un ejemplo de emisión indirecta es la emisión procedente de la electricidad consumida por una organización, cuyas emisiones han sido producidas en el lugar en el que se generó dicha electricidad.

Una vez definidas cuáles son las emisiones directas e indirectas de GEI y para facilitar la detección de todas ellas, se han definido 3 alcances:

- **Alcance 1:** emisiones directas de GEI. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad de o están controladas por la entidad en cuestión. También incluye las emisiones fugitivas (p.ej. fugas de aire acondicionado, fugas de CH₄ de conductos).

¹ Viglizzo.E. (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el cono sur de Suramérica.*

- **Alcance 2:** emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización.
- **Alcance 3:** otras emisiones indirectas. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales que adquiere la organización, los viajes de trabajo con medios externos, el transporte de materias primas, de combustibles y de productos (por ejemplo, actividades logísticas) realizados por terceros o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros

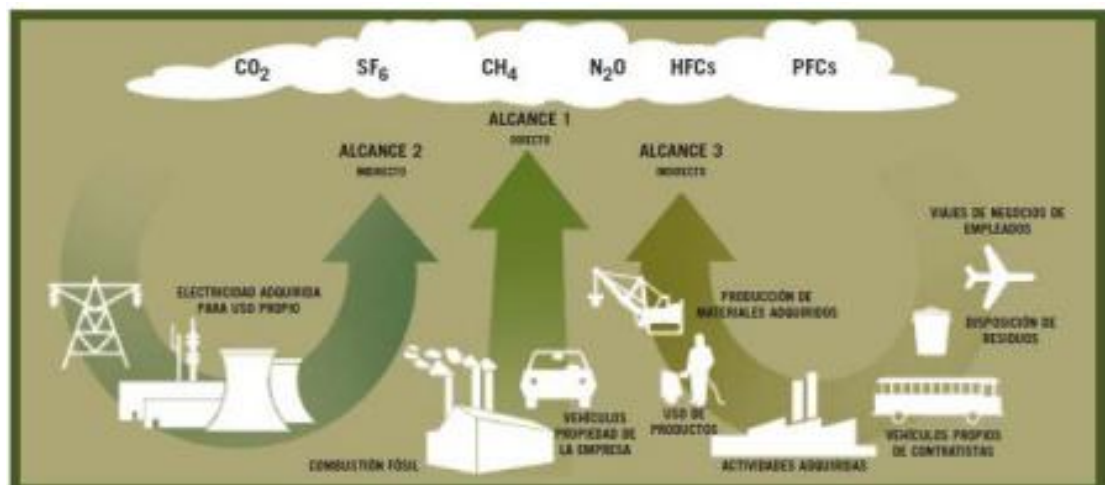


Figura 2. Esquema de los elementos que componen cada alcance.
Fuente. GHC Protocol

6.2. NORMATIVIDADES AMBIENTALES

6.2.1. Normas ISO

La ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer normas de fabricación, comercio y comunicación en todo el mundo. Con sede en Ginebra, es una federación de organismos nacionales entre los que se incluyen AENOR en España, DIN en Alemania, AFNOR en Francia.

6.2.1.1. ISO 14000

La ISO 14000 es una serie de normas internacionales para la gestión medioambiental. Es la primera serie de normas que permite a las organizaciones de todo el mundo realizar esfuerzos medioambientales y medir la actuación de acuerdo con unos criterios aceptados internacionalmente. La ISO 14001 es la primera de la serie 14000 y especifica los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión medioambiental. La ISO 14001 es una norma voluntaria y fue

desarrollada por la International Organization for Standardization (ISO) en Ginebra. La ISO 14001 está dirigida a ser aplicable a “organizaciones de todo tipo y dimensiones y albergar diversas condiciones geográficas, culturales y sociales”. El objetivo general tanto de la ISO 14001 como de las demás normas de la serie 14000 es apoyar a la protección medioambiental y la prevención de la contaminación en armonía con las necesidades socioeconómicas. La ISO 14001 se aplica a cualquier organización que desee mejorar y demostrar a otros su actuación medioambiental mediante un sistema de gestión medioambiental certificado.

La ISO 14001 no prescribe requisitos de actuación medioambiental, salvo el requisito de compromiso de continua mejora y la obligación de cumplir la legislación y regulación relevantes. La norma no declara la cantidad máxima permisible de emisión de óxido nitroso de gases de combustión, ni el nivel máximo de contenido bacteriológico en el efluente de aguas residuales. La ISO especifica los requisitos del propio sistema de gestión, que, si se mantienen adecuadamente, mejorarán la actuación medioambiental reduciendo los impactos, tales como emisiones de óxido nitroso y efluentes bacteriológicos.²

6.2.1.1.1. Norma UNE-EN ISO 14064

ISO TS 14067 especifica los principios, requisitos y directrices, para la cuantificación, total o parcial, de la huella de carbono de los productos (PPC, en sus siglas en inglés), tomando como referencia las normas internacionales de análisis del ciclo de vida como ISO 14040 e ISO 14044.

Este estándar incluye como novedad, requisitos para la posterior comunicación de la PPC a través de etiquetas y declaraciones ambientales, basadas en las normas ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14025.

Aunque no es certificable, es verificable por parte de un tercero independiente con el objeto de aportar credibilidad, transparencia y consistencia al modelo.

La familia de las normas UNE-EN ISO 14064:2012 sobre Gases de Efecto invernadero, tienen como principal objetivo el ofrecer veracidad y credibilidad a los reportes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

Esta familia se divide en tres partes:

UNE-ISO 14064-1. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero". Esta parte de la norma detalla los principios y requisitos para el

²<http://www.iso.org/>

diseño, desarrollo, gestión y reporte de los inventarios de GEI a nivel de organizaciones. Además, incluye los requisitos que permitirán a las organizaciones determinar los límites de la emisión de GEI, cuantificar sus emisiones y reducciones e identificar las acciones que permiten mejorar la gestión de sus GEI. Asimismo incluye los requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación.

UNE-ISO 14064-2. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones, a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero". Esta segunda parte de la norma está centrada en los proyectos diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar sus remociones. Detalla los principios y requisitos para determinar las líneas de base de los proyectos, así como para monitorear, cuantificar y reportar el desempeño del proyecto.

UNE-ISO 14064-3. "Gases de Efecto Invernadero. Especificaciones y orientaciones para la validación y la verificación de declaraciones de gases de efecto invernadero". Esta tercera parte de la norma recoge los principios y requisitos para llevar a cabo la verificación de los inventarios y los proyectos de GEI.

6.2.2. El EMAS

6.2.2.1. ¿Qué es el EMAS?

El EMAS (Eco-Management and Audit Scheme, o Reglamento Comunitario de Ecogestión y Ecoauditoría) es una normativa voluntaria de la Unión Europea que reconoce a aquellas organizaciones que han implantado un SGMA (Sistema de Gestión Medioambiental) y han adquirido un compromiso de mejora continua, verificado mediante auditorías independientes. Las organizaciones reconocidas con el EMAS -ya sean compañías industriales, pequeñas y medianas empresas, organizaciones del tercer sector, administraciones y organizaciones internacionales (incluidas la Comisión Europea y el Parlamento Europeo)- tienen una política medioambiental definida, hacen uso de un sistema de gestión medioambiental y dan cuenta periódicamente del funcionamiento de dicho sistema a través de una declaración medioambiental verificada por organismos independientes. Estas entidades son reconocidas con el logotipo EMAS, que garantiza la fiabilidad de la información dada por dicha empresa.

6.2.2.2. Características

El EMAS promueve la mejora continua del comportamiento ambiental de las organizaciones mediante:

- La implantación de un sistema de gestión ambiental.
- La evaluación sistemática, periódica y objetiva de este sistema.
- La información al público y a las partes interesadas.
- La formación y la implicación activa de los trabajadores.
-

El reglamento EMAS acepta que cualquier organización o centro como unidad básica pueda adherirse a este sistema de gestión ambiental. El sistema es válido tanto para organizaciones públicas como privadas. La aplicación del sistema permite que sean las propias empresas u organizaciones las que decidan en gran medida qué mejoras y objetivos se deben aplicar y a qué ritmo, adaptándose a las condiciones propias de la empresa.

Los objetivos principales son:

- Asegurar un alto nivel de protección del medio ambiente.
- Mejorar continuamente el comportamiento ambiental.
- Obtener una ventaja competitiva de estas mejoras.

6.2.2.3. ¿Cómo conseguir el EMAS?

Para conseguir el objetivo de mejora ambiental continúa, las organizaciones deben cumplir los siguientes requisitos básicos:

• Llevar a cabo una evaluación que considere todos los aspectos ambientales ligados a la actividad de la organización (procedimientos, productos, servicios...) así como el cumplimiento de la legislación ambiental que sea aplicable y la existencia de procedimientos o buenas prácticas ambientales.

• En función de los resultados de esta evaluación, establecer un sistema de gestión efectivo enfocado al cumplimiento de la política ambiental definida por la dirección de la propia organización. Debido a todo ello, se deben definir responsabilidades, objetivos, procedimientos operacionales, necesidades formativas del personal y sistemas eficaces de comunicación. Todo ello integrado en el sistema general de gestión de la organización.

• Llevar a cabo una auditoría ambiental que asegure que el sistema de gestión, definido previamente, se adapta y da respuesta a los requerimientos de la política ambiental y a los objetivos definidos por la organización y que se estructura de acuerdo con el Reglamento EMAS.

•Realizar una declaración pública del comportamiento ambiental de la organización que refleje el cumplimiento de sus objetivos ambientales y las acciones futuras que han de permitir continuar con el proceso de mejora ambiental continua.³

6.3. HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

6.3.1. COPILADO CCS C (PIC C).

El compilador c de ccs dispone de un amplia librería de funciones predefinidas, comandos de preprocesado y ejemplos. Además, suministra los controladores (drivers) para diversos dispositivos como LCD, convertidores AD, relojes en tiempo real, EEPROM serie, etc.

Un copilador convierte el lenguaje de alto nivel a instrucciones en código maquina; un cross-compiler es un copilador que funciona en un procesador (normalmente en un PC) diferente al procesador objeto, por tanto es posible afirmar que el copilador CCS C es un Cross-compiler. Los programas son editados y compilados a instrucciones maquina en el entorno de trabajo del PC, el código maquina puede ser cargado del PC al sistema PIC mediante al ICD2 (o mediante cualquier programador) y puede ser depurado (puntos de ruptura, paso a paso, etc.) desde el entorno de trabajo del PC.

El CCS C es C estándar y, además de las directivas estándar, suministra unas directivas específicas para el PIC; e incluye funciones específicas.

6.3.1.1. Estructura de un programa.

Para escribir un programa en C con el CCS C se deben tener en cuenta una serie de elementos básicos de su estructura.

- Directivas de pre procesado: controlan la conversión del programa a código maquina por parte del compilador.
- Programas o Funciones: conjunto de instrucciones. Puede haber uno o varios; en cualquier caso siempre debe haber uno definido como principal mediante la inclusión de la llamada main().
- Instrucciones: indica cómo debe comportarse el PIC en todo momento.
- Comentarios: permiten describir lo que significa cada línea del programa.⁴

³ <http://emas.com.co/>

⁴ Garcia.E ,(2008). *Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. Mexico* .

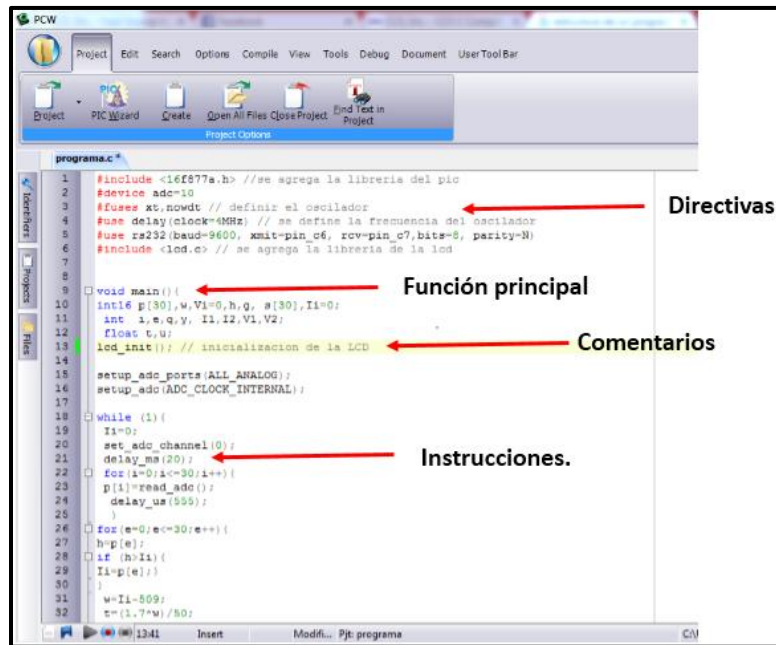


Figura 3. Estructura básica de un programa.
Fuente. Autor, software PIC C

6.3.1.2. Tipos de datos.

CCS C acepta los datos mostrados en la tabla 1.

Tipo	Tamaño	Rango	Descripción
Int1	1 bit	0 a 1	Entero de 1 bit
Short			
Int	8 bit	0 a 255	Entero
Int8			
Int16	16 bit	0 a 65535	Entero de 16 bit
Long			
Int32	32 bit	0 a 4.294.967.295	Entero de 32 bit
Float	32 bit	$\pm 1175 \times 10^{-38}$ a $\pm 3402 \times 10^{38}$	Coma flotante
Char	8 bit	0 a 255	Carácter
Void	-	-	Sin valor
Signed int8	8 bit	-128 a 127	Entero con signo
Signed int16	16 bit	-32768 a 32767	Entero largo con signo
Signed int32	32 bit	-2^{31} a $(2^{31}-1)$	Entero de 32 bit con signo

Tabla 1.Datos aceptados por CCS C.

Fuente. Garcia.E ,(2008). Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. Mexico .

6.3.2. VISUAL STUDIO.

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para la generación de aplicaciones web ASP.NET, Servicios Web XML, aplicaciones de escritorio y aplicaciones móviles. Visual Basic, Visual C#y Visual C++ utilizan

todos el mismo entorno de desarrollo integrado (IDE), que habilita el uso compartido de herramientas y hace más sencilla la creación de soluciones en varios lenguajes. Asimismo, dichos lenguajes utilizan las funciones de .NET Framework, las cuales ofrecen acceso a tecnologías clave para simplificar el desarrollo de aplicaciones web ASP y Servicios Web XML

6.3.2.1. ASP.NET

ASP.NET es un modelo de desarrollo Web unificado que incluye los servicios necesarios para crear aplicaciones Web empresariales con el código mínimo. ASP.NET forma parte de .NET Framework y al codificar las aplicaciones ASP.NET tiene acceso a las clases en .NET Framework. El código de las aplicaciones puede escribirse en cualquier lenguaje compatible con el Common Language Runtime (CLR), entre ellos Microsoft Visual Basic, C#, JScript .NET y J#. Estos lenguajes permiten desarrollar aplicaciones ASP.NET que se benefician del Common Language Runtime, seguridad de tipos, herencia, etc.

ASP.NET incluye:

- Marco de trabajo de página y controles
- Compilador de ASP.NET
- Infraestructura de seguridad
- Funciones de administración de estado
- Configuración de la aplicación
- Supervisión de estado y características de rendimiento
- Capacidad de depuración
- Marco de trabajo de servicios Web XML
- Entorno de host extensible y administración del ciclo de vida de las aplicaciones
- Entorno de diseñador extensible

6.3.2.1.1. Marco de trabajo de páginas y controles

El marco de trabajo de páginas y controles ASP.NET es un marco de trabajo de programación que se ejecuta en un servidor Web para generar y representar de forma dinámica páginas Web ASP.NET. Las páginas Web ASP.NET se pueden solicitar a cualquier explorador o dispositivo del cliente y ASP.NET representa el marcado (como HTML) al explorador que realizó la solicitud. Como norma, puede utilizar la misma página para varios exploradores, porque ASP.NET representa el marcado adecuado para el explorador que realiza la solicitud. Sin embargo, puede diseñar una página Web ASP.NET para ejecutarse en un explorador determinado, como Microsoft Internet Explorer 6, y aprovechar así todas las características de ese explorador. ASP.NET es compatible con los controles móviles de los

dispositivos preparados para trabajar en Web como teléfonos celulares, PC portátiles y asistentes digitales personales (PDA).

Las páginas Web ASP.NET están completamente orientadas a objetos. En las páginas Web ASP.NET se puede trabajar con elementos HTML que usen propiedades, métodos y eventos. El marco de trabajo de páginas ASP.NET quita los detalles de implementación relacionados con la separación de cliente y servidor inherente a las aplicaciones Web presentando un modelo unificado que responde a los eventos de los clientes en el código que se ejecuta en el servidor. El marco de trabajo también mantiene automáticamente el estado de la página y de los controles que contenga durante el ciclo vital de procesamiento de la página. Para obtener más información.

6.3.2.1.2. Compilador de ASP.NET

Compila todo el código de ASP.NET, lo que permite el establecimiento inflexible de tipos, las optimizaciones de rendimiento y el enlace en tiempo de compilación, entre otras ventajas. Una vez que se ha compilado el código, el Common Language Runtime compila una vez más código de ASP.NET en código nativo, lo que permite un mayor rendimiento.

ASP.NET incluye un compilador que compilará todos los componentes de la aplicación, incluidos las páginas y los controles, en un ensamblado que el entorno de host de ASP.NET puede utilizar a continuación para atender las solicitudes del usuario.

6.3.2.1.3. Infraestructura de seguridad

Además de las características de seguridad de .NET, ASP.NET proporciona una infraestructura de seguridad avanzada para autenticar y autorizar el acceso de los usuarios y realizar otras tareas relacionadas con la seguridad. Puede autenticar usuarios con la autenticación de Windows suministrada por IIS o puede administrar la autenticación con su propia base de datos de usuario utilizando la autenticación mediante formularios ASP.NET y la suscripción ASP.NET. Además, puede administrar la autorización a las capacidades e información de su aplicación Web mediante los grupos de Windows o su propia base de datos de funciones personalizada utilizando las funciones de ASP.NET. Resulta fácil quitar, agregar o reemplazar estos esquemas dependiendo de las necesidades de la aplicación.

6.3.2.1.4. Funciones de administración de estado

ASP.NET proporciona funcionalidad de administración de estado intrínseca que permite almacenar información entre las solicitudes de página, como la

información de clientes o el contenido del carro de la compra. Puede guardar y administrar información específica de la aplicación, específica de la sesión, específica de la página, específica del usuario y definida por el desarrollador. Esta información puede ser independiente de cualquier control de la página, ASP.NET ofrece funciones de estado distribuidas, lo que le permite administrar información de estado en múltiples instancias de la misma aplicación en un equipo o en varios.

6.3.2.1.5. Configuración de ASP.NET

Las aplicaciones ASP.NET utilizan un sistema de configuración que le permite definir valores de configuración para su servidor Web, para un sitio Web o para aplicaciones individuales. Puede crear valores de configuración cuando se implementan las aplicaciones ASP.NET y puede agregar o revisar los valores de configuración en cualquier momento con un impacto mínimo en aplicaciones y servidores Web de operaciones. Los valores de configuración de ASP.NET se almacenan en archivos basados en la tecnología XML. Dado que estos archivos XML son archivos de texto ASCII, es fácil realizar cambios de configuración a sus aplicaciones Web. Puede extender el esquema de configuración para satisfacer sus requisitos.

6.3.2.1.6. Supervisión de estado y características de rendimiento

ASP.NET incluye características que le permiten supervisar el estado y el rendimiento de su aplicación ASP.NET. La supervisión del estado de ASP.NET permite proporcionar información sobre eventos clave que proporcionan información sobre el estado de una aplicación y sobre las condiciones de error. Estos eventos muestran una combinación de diagnósticos y características de supervisión, a la vez que proporcionan un elevado grado de flexibilidad en lo que respecta a lo que se registra.

ASP.NET admite dos grupos de contadores de rendimiento a los que pueden obtener acceso las aplicaciones:

- El grupo de contadores de rendimiento del sistema ASP.NET
- El grupo de contadores de rendimiento de la aplicación ASP.NET

6.3.2.1.7. Capacidad de depuración

ASP.NET aprovecha la infraestructura de depuración en tiempo de ejecución para permitir la depuración entre lenguajes y equipos. Se pueden depurar tanto objetos administrados como no administrados, así como todos los lenguajes compatibles

con el Common Language Runtime y los lenguajes de script. Para obtener información detallada. Además, el marco de trabajo de páginas ASP.NET proporciona un modo de seguimiento que permite insertar mensajes de instrumentalización en las páginas Web ASP.NET.

6.3.2.1.8. Marco de trabajo de servicios Web XML

ASP.NET es compatible con los servicios Web XML. Un servicio Web XML es un componente que incluye funcionalidad de empresa que permite a las aplicaciones intercambiar información entre firewalls utilizando estándares como los servicios de mensajería HTTP y XML. Los servicios Web XML no están relacionados con ninguna tecnología de componentes ni con ninguna convención de llamada a objetos en concreto. Como resultado, pueden obtener acceso a los servicios Web XML los programas escritos en cualquier lenguaje, que usen cualquier modelo de componentes y se ejecuten en cualquier sistema operativo.

6.3.2.1.9. Entorno de host extensible y administración del ciclo de vida de las aplicaciones

ASP.NET incluye un entorno de host extensible que controla el ciclo de vida de una aplicación desde el momento en que un usuario cualquiera tiene acceso a un recurso (como una página) en la aplicación hasta el momento en que se cierra la aplicación. Aunque ASP.NET se basa en un servidor Web (IIS) como un host de la aplicación, ASP.NET proporciona gran parte de la propia funcionalidad de host. La arquitectura de ASP.NET permite responder a los eventos de aplicación y crear controladores y módulos HTTP personalizados.

6.3.2.1.10. Entorno de diseñador extensible

ASP.NET incluye la compatibilidad mejorada para crear diseñadores de controles de servidor Web para utilizarlos con una herramienta de diseño visual como Visual Studio. Los diseñadores permiten crear una interfaz de usuario en tiempo de diseño para un control; de este modo, los desarrolladores pueden configurar las propiedades y el contenido del control en una herramienta de diseño visual.⁵

6.4. HERRAMIENTAS DE HARDWARE

6.4.1. COMUNICACIÓN SERIE

Los PIC utilizan, entre otros, dos modos de transmisión en serie:

- El puerto serie síncrono (SSP).

⁵ <https://msdn.microsoft.com>

- La interfaz de comunicación serie (SCI) o receptor transmisor serie síncrono asíncrono universal (USART)

El SSP se suele utilizar en la comunicación con otros microcontroladores o con periféricos. Las dos interfaces de trabajo son:

- Interfaz serie de periféricos (SPI): desarrollada por Motorola para la comunicación entre microcontroladores de la misma, o diferente, familia en modo maestro-esclavo: Full-dúplex.
- Interfaz inter-circuitos (I^2C): interfaz desarrollada por Philips, con una gran capacidad para comunicar microcontroladores y periféricos: half-duplex.

La configuración USART (transmisor-receptor serie síncrono-asíncrono universal), también conocida como SCI(interfaz de comunicación serie), permite la comunicación con un ordenador trabajando en modo full-dúplex asíncrono o con periféricos trabajado en modo Half-duplex. En general puede trabajar de dos formas:

- Asíncrono (full-dúplex).
- Síncrono (half-duplex).
-

6.4.1.1. Módulo USART/SCI

Algunos PIC disponen del módulo de comunicación serie USART/SCI, tal vez el más utilizado entre los módulos de interfaz serial.

La principal función del USART es la de transmitir o recibir datos en serie. Esta operación puede dividirse en dos categorías: síncrona y asíncrona. La transmisión síncrona utiliza una señal de reloj y una línea de datos, mientras que la transmisión asíncrona no se envía la señal de reloj, por lo que el emisor y el receptor deben tener relojes con la misma frecuencia y fase. Cuando la distancia entre el emisor y el receptor es pequeña se utiliza la transmisión síncrona, mientras que para distancias mayores se utiliza la transmisión asíncrona.

El USART puede transmitir o recibir datos serie. Puede transferir tramas de datos de 8 o 9 bits por transmisión y detectar errores de transmisión. También puede generar interrupciones cuando se produce una recepción de datos o cuando la transmisión ha sido completada.

Algunos PIC tienen un USART direccionable o AUSART (Addresable USART) que utiliza el noveno bit de datos para distinguir entre la recepción de datos o de dirección. En algunos PIC se ha mejorado el USART dando lugar al EUSART o USART mejorado, el cual permite la detección automática de baudios, el despertar

automático al recibir la señal de sincronismo o la transmisión del carácter Break de 12 bits, permitiendo su utilización en sistemas de redes de interconexión local. Básicamente, la transmisión serial consiste en enviar los datos bit a bit a través de una línea común en periodos de tiempo fijos, dando lugar a la llamada velocidad de transmisión o número de bits enviados por segundo (Baudios). Tanto el emisor como el receptor poseen registros de desplazamiento para realizar la comunicación, los bits están codificados en NRZ (no retorno a cero), NRZI etc.

En el modo síncrono se permite la transmisión continua de datos y no existe un límite de tamaño, es un modo semi-duplex (la comunicación serie se establece a través de una única línea, en ambos sentidos, pero no se puede transferir información en ambos sentidos de forma simultánea). En este modo de transmisión se puede trabajar en dos formas:

- En modo maestro. Donde el microcontrolador maestro genera la señal de reloj e inicia o finaliza la comunicación.
- En modo esclavo, donde el microcontrolador esclavo recibe la señal de reloj y depende del microcontrolador maestro para recibir o enviar información.

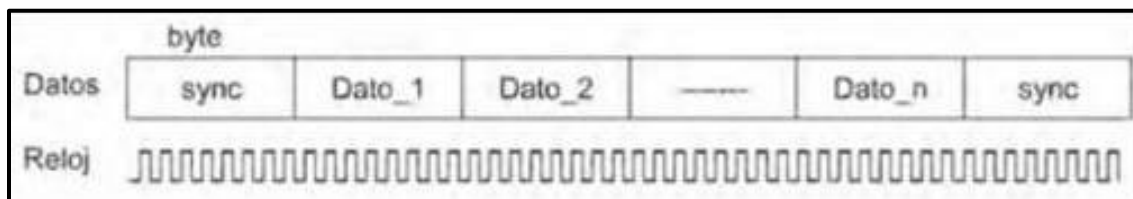


Figura 4. Transmisión síncrona.

Fuente. García.E, (2008). Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. México.

En el modo asíncrono se emplean relojes tanto en el emisor como en el receptor. Ambos relojes deben ser de igual frecuencia y deben estar en fase o sincronizados. La frecuencia de reloj se acuerda antes de la transmisión configurando la velocidad mientras que la sincronización se realiza durante la transmisión. Cada trama de datos tiene un tamaño fijo y posee un bit inicial o de arranque (start) y un bit final o de parada o STOP, como se muestra en la figura XX. Que permite realizar dicha sincronización. La transmisión es en modo full-duplex (se utilizan dos líneas, una de transmisión TX y otra receptora RX, transfiriendo información en ambos sentidos; se puede transmitir y recibir información de forma simultánea).

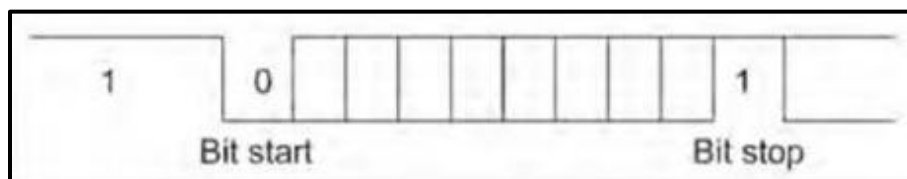


Figura 5. Transmisión asíncrona.

Fuente. García.E, (2008). Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. México.

El modo más habitual de transmisión de por USART es el modo asíncrono, puesto que permite comunicaciones en largas distancias. Existen distintas normas de transmisión serial asíncrono, como las RS232, RS485, etc. Los niveles de tensión empleados en estas normas son diferentes al empleado por el microcontrolador. Por ello, suele ser necesario la utilización de circuitos de adaptación.

Los terminales utilizados en el módulo USART habitualmente son RC6/TX/CK y el RC7/RX/DT

- En el modo síncrono maestro. El pin RC6/TX/CK se utiliza como señal de reloj (de salida) y el RC7/RX/DT como línea de datos a enviar o recibir.
- En el modo síncrono esclavo. El pin RC6/TX/CK se utiliza como señal de reloj (de entrada) y el RC7/RX/DT como línea de datos a enviar o recibir.
- En el modo asíncrono. El pin RC6/TX/CK se utiliza como terminal de transmisión de datos y el RC7/RX/DT como terminal de recepción de datos.

Los registros asociados al módulo USART/SCI son:

- SPBRG: generador de ratio de baudios.
- TXSTA: estado de transmisión y control.
- RCSTA: Estado de recepción y control.
- TXREG: registro de datos de transmisión.
- RCREG: Registro de datos de recepción.
- PIR1: Flag de interrupción.
- PIE1: habilitación de la interrupción

Algunos dispositivos tienen un USART modificada, llamado AUSART o USART direccionable, que permite filtrar automáticamente ciertas transmisiones. Los datos recibidos son separados en dos categorías, dirección y datos, que se indican por el noveno bit. Solo los bytes de dirección son procesados por el USART, los datos son ignorados. Este hecho se utiliza normalmente cuando hay varios dispositivos en un bus y las transmisiones se dirigen a uno en concreto, los dispositivos que reciben la transmisión ignoran todos los bytes de datos con el noveno bit a 0 y solo recibe los bytes de dirección con el noveno bit a 1. Cuando se recibe el bit de dirección y coincide, el dispositivo puede pasar a recepción normal y recibir el resto de los datos.

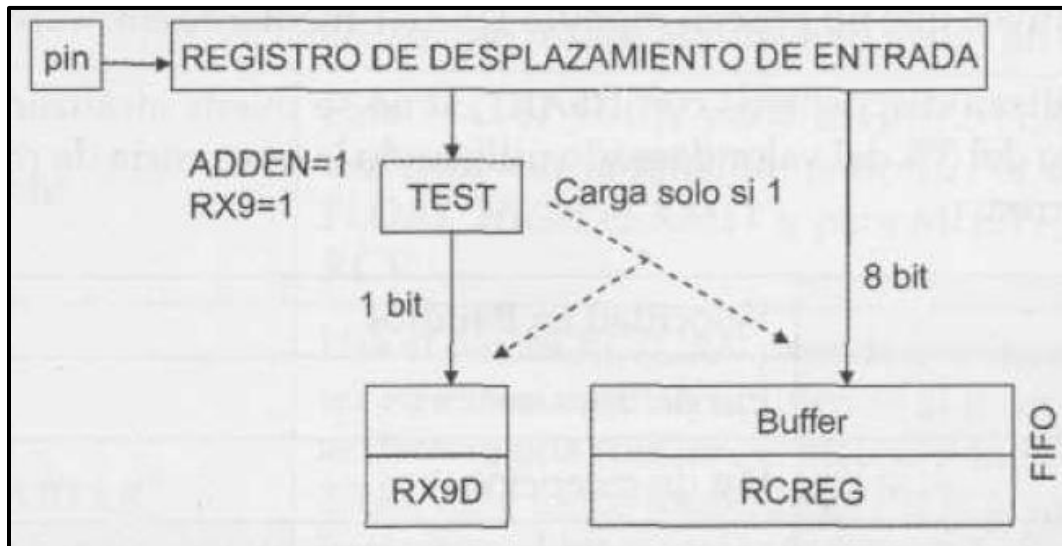


Figura 6. Esquema del proceso de recepción en los AUSART.

Fuente. García.E., (2008). Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. México.

6.4.1.2. La norma RS232

La norma RS232 es la más habitual en la comunicación serial. Básicamente comunica un equipo terminal de datos (DTE o Data Terminal Equipment) y el equipo de comunicación de datos (DCE o Data Communications Equipment).

Las características eléctricas de la señal de esta norma establecen que la longitud máxima entre el DTE y el DCE no debe ser superior a los 15 metros y la velocidad máxima de transmisión es de 20000 bps. Los niveles lógicos no son compatibles TTL, deben situarse dentro de los siguientes rangos: 1 lógico entre -3 V y -15 V y 0 lógico entre +3 V y +15 V.

Para una comunicación full-duplex desde el USART de PIC, se debe conectar un mínimo número de señales, TXD y RXD así como la masa (GND). Los PIC utilizan señal TTL en el módulo USART por lo que se debe utilizar un convertor de nivel a RS232.

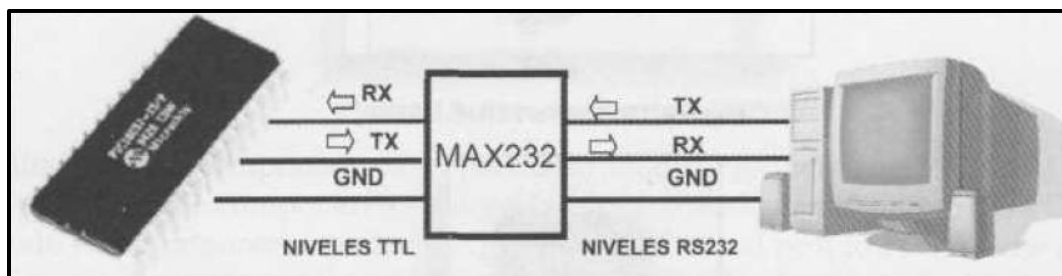


Figura 7. conexión básica full duplex entre PIC y PC.

Fuente. García.E., (2008). Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. México.

En la mayoría de los PC actuales, sobre todo los portátiles, han desaparecido los puerto serie. Como solución se puede utilizar cables de conversión SERIE- USB o módulos bluetooth tales como el HC-05 o HC-06, los conversores SERIE-USB no se deben confundir con la utilización del módulo USB integrado en el PIC con gestión de comunicación USB⁶.

6.4.2. Módulo HC-06

El modulo BlueTooth HC-06 utiliza el protocolo UART RS 232 serial. Este dispositivo es ideal para aplicaciones inalámbricas, de fácil implementación con un ordenador PC, microcontroladores o módulos de desarrollo Arduino.

El modulo está constituido por una tarjeta que incluye un adaptador con 4 pines de conexión VCC, GND, RX y TX tal como se muestra en la figura XX.

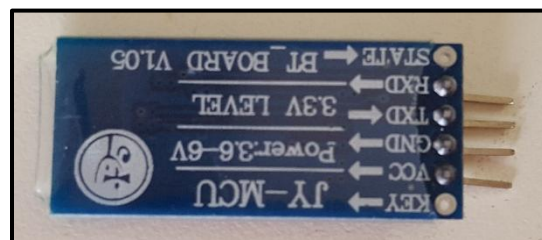


Figura 8. Modulo bluetooth HC-06.
Fuente. Medina R. Yadir.

Características

- Compatible con el protocolo Bluetooth V2.0.
- Voltaje de alimentación: 3.3VDC – 6VDC.
- Voltaje de operación: 3.3VDC.
- Baud rate ajustable: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
- Tamaño: 1.73 in x 0.63 in x 0.28 in (4.4 cm x 1.6 cm x 0.7 cm)
- Corriente de operación: < 40 mA
- Corriente modo sleep: < 1mA

6.4.3. SENSORES

“Un sensor es un dispositivo que proporciona una salida utilizable en respuesta a una medida específica” (Patranabi, 2004, p.1). En cuanto a la naturaleza de la magnitud física a detectar, existe una gran variedad de sensores en la industria, en la tabla 3 se encuentra en resumen los sensores más frecuentes utilizados en los automatismos industriales.

⁶Garcia.E ,(2008). Copilador C CCS y Simulador Proteus, Alfaomega grupo editorial. México.

MAGNITUD DETECTADA	TRANSDUCTOR	CARACTERÍSTICAS
Posición lineal o angular	Potenciómetro	Digital
	Encoders	Analógico
	Sincro y Resolver	Analógico
Pequeños desplazamientos o deformaciones	Transformador Diferencial	Analógico
	Galga Extensométrica	Analógico
Velocidad Lineal o Angular	Dinamo tacométrica	Analógico
	Encoders	Digitales
	Detector inductivo u óptico	Digitales
Aceleración	Acelerómetro	Analógico
	Sensor de Velocidad	Digital
Fuerza y par	Medición indirecta (galgas o trafos diferenciales)	Analógicos
Presión	Membrana (Detector de desplazamiento)	Analógicos
	Piezoresistivos	Analógicos
Caudal	De turbina	Analógico
	Magnético	Analógico
Temperatura	Termopar	Analógico
	Resistencia PT100	Analógico
	Resistencia NTC	Analógico
	Bimetálicos	Todo-nada
Sensores De presencia o proximidad	Inductivos	Analógicos
	Capacitivos	Todo-nada
	Ópticos	Analógicos
	Ultrasónicos	Analógicos

Tabla 2. Sensores utilizados en automatismos industriales
Fuente: Balcells J, Romeral J. (1997). *Autómatas Programables*. España: Marcombo.

Lo que quiere decir que en general, los principios físicos en los que suelen estar basados los elementos sensores son los siguientes: cambios de resistividad, electromagnetismo (inducción electromagnética), piezoelectricidad, efecto fotovoltaico y termoelectricidad.

Un sensor ideal sería aquel en que la relación magnitud de salida y la variable de entrada fuesen puramente proporcional y de respuesta instantánea e idéntica para todos los elementos de un mismo tipo. Sin embargo, la respuesta real de los sensores nunca es del todo lineal, tiene un campo limitado de validez, suele estar afectada por perturbaciones del entorno exterior y tiene un cierto retardo a la

respuesta. Todo ello hace que la relación salida/entrada deba expresarse por una curva para sensores o transductores de un mismo tipo y modelo.

Para definir el comportamiento real de los sensores, se suelen comparar con un modelo ideal de comportamiento, lo cual define unas características que ponen de manifiesto las desviaciones respecto a dicho modelo. Dichas características pueden agruparse en dos grandes bloques (Tabla 3)

- Características estáticas, que describen la actuación del sensor en régimen permanente o con cambios muy lentos de la variable a medir.
- Características dinámicas, que describen la actuación del sensor en régimen transitorio, a base de dar respuesta temporal ante estímulos estándar e indicar las constantes de tiempo relevantes.⁷

Características Estáticas	Campo de medida
	Resolución
	Precisión
	Repetibilidad
	Linealidad
	Sensibilidad
	Ruido
	Histéresis
Características Dinámicas	Velocidad de Respuesta
	Respuesta Frecuencial
	Estabilidad

Tabla 3 Características Sensores
Fuente. Medina R. Yadir.

6.4.3.1. Sensor de efecto hall.

El sensor de efecto hall es un dispositivo semiconductor que genera un voltaje de salida cuando está expuesto a un campo magnético, la construcción básica consiste en una placa de material semiconductor a través de la cual se hace pasar una corriente. Si se aplica un campo magnético de modo perpendicular a la dirección de la corriente, se genera un voltaje entre las dos terminales de salida del sensor. La diferencia en potencial se debe a la separación de carga establecida por la fuerza de Lorentz, fuerza estudiada por Hendrick Lorentz quien encontró que en un campo magnético los electrones están sometidos a una fuerza que es proporcional a su velocidad a través del campo y la intensidad de este. La dirección de la fuerza se determina por la regla de la mano izquierda (ver Figura 9). Simplemente se sitúa el dedo índice de la mano izquierda en la dirección del

⁷Balcells J, Romeral J. (1997). *Autómatas Programables*. España: Marcombo.

campo magnético, con el segundo dedo en ángulo recto con respecto al dedo índice en la dirección de la corriente convencional a través del material semiconductor. El pulgar, si se coloca en ángulo recto con respecto al dedo índice indicara la dirección de la fuerza sobre los electrones, la fuerza ocasiona que los electrones se acumulen en la región del fondo del semiconductor, dejando una carga neta positiva en la región superior del material. Entre mayor es la corriente o la intensidad del campo magnético, mayor será el voltaje inducido

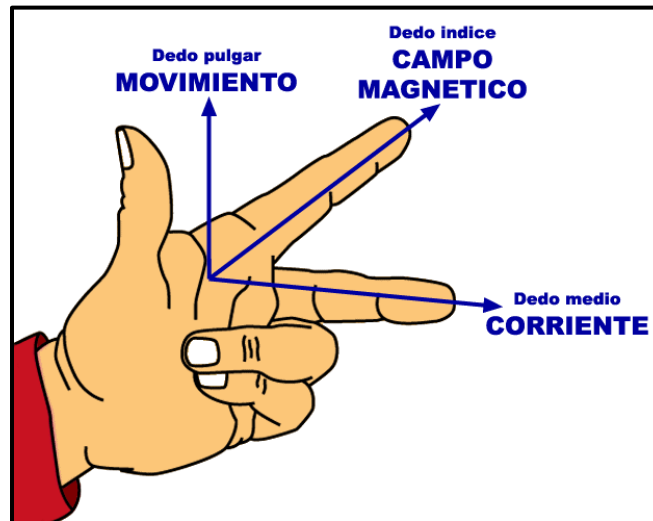


Figura 9. Ley de la mano izquierda.
Fuente. www.endesaeduca.com

Por tanto, en esencia, el sensor de efecto Hall puede revelar la intensidad de un campo magnético o el nivel de corriente a través de un dispositivo si el otro factor determinante se mantiene fijo. Dos aplicaciones del sensor son evidentes: medir la intensidad de un campo magnético en la vecindad de un sensor (para una corriente aplicada fija), y medir el nivel de corriente a través de un sensor (con conocimiento de la intensidad de campo magnético unido al sensor).⁸

6.5. ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES

Los elementos que conectan un sistema electrónico con su entorno, sensores y actuadores, no están previstos en general para ser conectados directamente al núcleo del sistema, normalmente un procesador digital. Las etapas de acondicionamiento de señal hacen compatibles dichas conexiones y se considera que el acondicionamiento de señal es prácticamente específico para cada aplicación.

6.5.1. Tipos de señales

⁸ Boylestad.R (2004), *Introducción al Análisis de Circuitos*, Pearson Educación, México.

Señales analógicas y señales digitales: se denomina señal a toda magnitud eléctrica cuyas variaciones llevan información sobre un proceso o magnitud física. Las señales cuya amplitud varía de forma continua con el tiempo se denominan analógicas. Aquellas que pueden tomar solo una serie de valores concretos, se denominan señales de amplitud discreta continuas en el tiempo. Las señales que pueden tomar un valor cualquiera pero solo en instantes de tiempo concretos, se denominan de amplitud continua discretas en el tiempo. Las señales que solo pueden tomar valores de amplitud discretos en instantes concretos se denominan digitales; su amplitud viene dada por un código que se representa físicamente mediante señales con solo dos niveles de tensión (1 y 0). La representación del código es lo que se denomina comúnmente una señal digital. Por extensión, suelen designarse como digitales todas las señales de amplitud discreta, aunque sean continuas en el tiempo.

6.5.1.1. Señales unipolares y señales diferenciales.

De acuerdo con la disposición física de los terminales en los que se presentan, las señales pueden ser unipolares o bipolares (diferenciales) ver Figura 10. Las señales unipolares se miden entre un terminal y otro de referencia. Se denominan señales unipolares puestas a tierra aquellas cuyo terminal de referencia está conectado a tierra. Si el terminal de referencia es independiente de tierra, se tiene una señal flotante; los terminales se pueden invertir, o uno de ellos se puede conectar a tierra sin que se altere el circuito. Si entre el terminal de referencia y tierra existe una tensión, se dice de esta que es una tensión en modo común y no se puede conectar a tierra ninguno de los terminales de la señal; la impedancia equivalente del generador de modo común puede tener valores muy dispares según el caso.

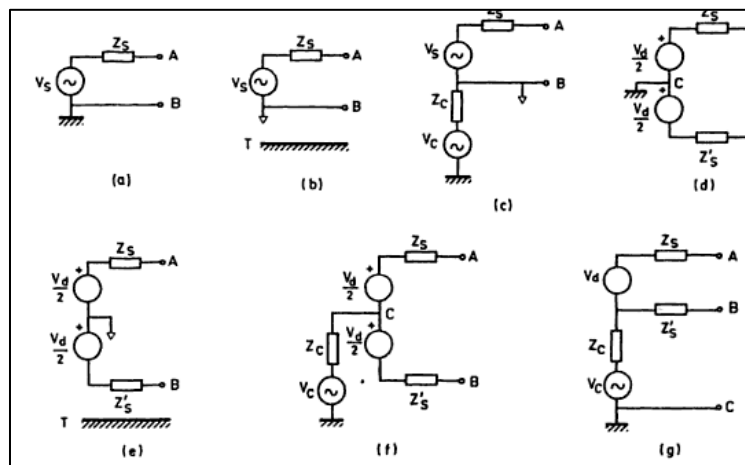


Figura 10. Tipos de señales según sus terminales. (a) Unipolar puesta a tierra (b) unipolar flotante. (c) unipolar con tensión en modo común. (d) diferencial puesta a tierra. (e) diferencial flotante. (f) diferencial con tensión en modo común. (g) diferencial con tensión en modo común

Fuente. Pallas A. Ramón. (1993), Adquisición y distribución de señales, España: Barcelona

Las señales bipolares, o diferenciales, aparecen entre dos terminales que son independientes del terminal de referencia, que a su vez puede estar o no conectado a tierra. La impedancia entre cada uno de los dos terminales de señal y el de tierra es similar. La polaridad con que se tome la señal es irrelevante: solo cambia el signo. Hay también tres posibilidades: señal diferencial puesta a tierra, flotante o contención en modo común, que es lo más frecuente. El punto de referencia para las señales flotantes, o uno cualquiera de los dos terminales de señal, puede conectarse a tierra; para las señales con tensiones de modo común, no se puede conectar a tierra ningún terminal, ni siquiera el de referencia. Se puede, sin embargo, invertir la polaridad de la salida.

Las señales diferenciales se distinguen porque las diferencias de potencial respectivas entre cada terminal y el de referencia varían simultáneamente en la misma magnitud pero en sentido opuesto⁹

7. METODOLOGÍA.

⁹ Pallas A. Ramón .(1993), Adquisición y distribución de señales, España: Barcelona

El tipo de investigación que se desarrolla, en el presente trabajo se clasifica como cualitativa experimental, pues el propósito fundamental está en generar un dispositivo que permita medir la producción de huella de carbono de una edificación por concepto de consumo energético, para lo cual se requiere de la adquisición de datos en tiempo real, pero no es de desconocer que también se necesita de una importante investigación de tipo exploratorio, que permita examinar el efecto que tiene en las costumbres de una comunidad determinada el hecho de saber que el uso de cualquier equipo eléctrico está generando una contaminación asociada que no es fácilmente detectable.

Los pasos a seguir se presentan en la Figura 11:

Primero, se definieron los objetivos a alcanzar con el fin de elaborar un dispositivo electrónico que permita apoyar idóneamente procesos educativos al igual que industriales en el área del consumo eficiente de energía, posterior a esto se realiza el sistema de censado, acondicionamiento de las señales y procesamiento de las mismas a través de un sistema micro controlado.

Tras adquirir los valores de las señales correspondientes se procede a realizar el sistema de visualización local y envió de datos al ordenador a través de comunicación serial.

Posterior a esto, Se realiza la adquisición de los datos en el pc y se genera una aplicación web que consulta los datos que han llegado por comunicación serial y que han sido albergados en una base de datos

La aplicación es subida a un Hosting gratuito con la intención de que esta pueda ser consultada desde cualquier dispositivo que posea la capacidad de ingresar a internet.

Finalmente el equipo es probado y parametrizado.

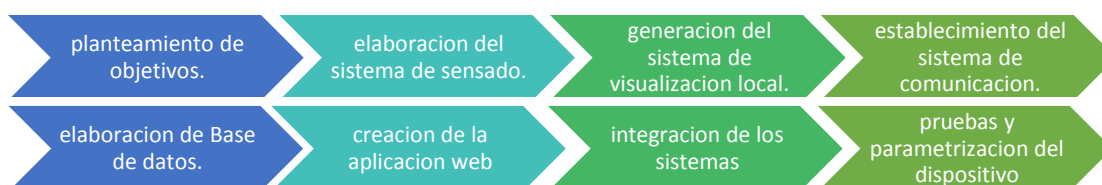


Figura 11. Diagrama de bloques de las actividades a realizar.

Fuente. Medina R, Yadir.

8. DISEÑO DESARROLLO Y RESULTADOS

En este apartado del documento se describe de manera detallada los procedimientos seguidos para el diseño y construcción del dispositivo medidor de huella de carbono para edificaciones en tiempo real por concepto de consumo eléctrico, al igual que se muestra la forma en que los datos son transportados a un servidor local (PC), para posteriormente albergarlos en una base de datos que es consultada desde una página web que se almacena en un hosting gratuito.

El sistema de adquisición de la señal de corriente se realiza haciendo uso de un sensor no invasivo y la señal de voltaje a través del acondicionamiento de la señal otorgada directamente por la red, estas señales son llevadas a un sistema microcontrolado que realiza la interpretación de los datos y posteriormente los muestra en un periférico de salida, del mismo modo transmite los datos a un ordenador a través de comunicación serial.

La realización de la página WEB y del intérprete de los datos que llegan a través de comunicación serial se encuentra soportada sobre Visual al igual que ASP, mientras que el programa cargado al microcontrolador del sistema se programa en C, haciendo uso del compilador PIC C

8.1. CAPITULO I.DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE HARDWARE DE ADQUISICIÓN

Dado que el cálculo de la huella de carbono producida por concepto del consumo de energía eléctrica se encuentra relacionado con la potencia consumida por las tareas energéticas realizadas por una instalación, el sistema debe contar con un mecanismo de medida de dicha variable (Potencia), posteriormente estas medidas deben ser llevadas a un sistema microcontrolado que interprete y trate los valores adquiridos para posteriormente realizar su respectiva visualización en un periférico de salida.

8.1.1. Potencia a calcular

Es importante mencionar que la potencia exigida por una edificación no es originada por cargas netamente resistivas (potencia activa) pues existen dispositivos conectados a la red, que también tienen algún componente reactivos, que almacenan parte de la energía dada a la capacitancia y la inductancia existente en los mismo. Esto crea un desplazamiento de fase entre las señales de tensión y corriente, por lo cual en ciertos momentos la potencia instantánea puede llegar a tomar valores negativos, lo que representa un flujo de potencia en sentido opuesto, como si una parte se devolviera hacia la red (potencia reactiva).

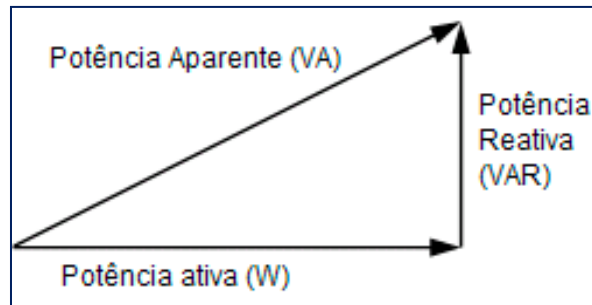


Figura 12. Triangulo de potencia.
Fuente. Medina R, Yadir.

De tal forma que el valor a considerar, debería ser la potencia activa del sistema para lo cual se requiere conocer el factor de potencia, así que para la construcción de nuestro prototipo se ha optado por la aceptación de la potencia aparente como una buena aproximación de la potencia real, por consiguiente es la que se calculara a través del producto entre corriente y voltaje.

8.1.2. Sistema de operatividad.

El prototipo se ha diseñado para funcionar en edificaciones cuya instalación eléctrica obedezca a la de un sistema monofásico con tensiones eléctricas entre los 110 y 125 voltios AC a una frecuencia de 60 Hz cuya fuente de suministro sea el sistema de interconexión nacional (COLOMBIA), del mismo modo la potencia total consumida no debe superar los 8400 W pues los rangos de los sensores utilizados así lo limitan, el proceso a realizar es el mostrado en la Figura 13.

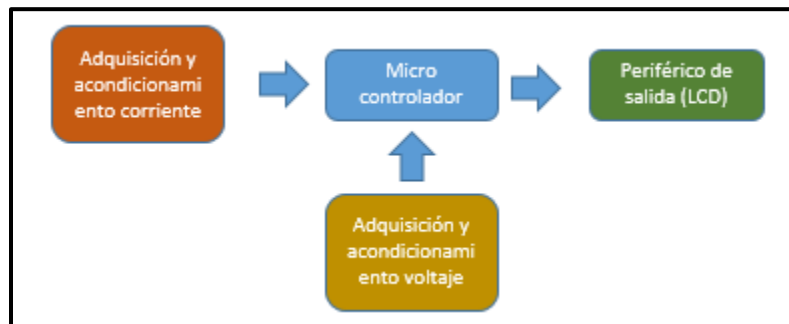


Figura 13. Diagrama de bloques del sistema implementado
Fuente. Medina R, Yadir.

8.1.3. Acondicionamiento de la señal.

la adquisición y acondicionamiento de la señal, corresponde al primer bloque de desarrollo del sistema y quizás sea el más importante, dado que aquí se deben acondicionar las señales adquiridas por los sensores a niveles tales que sean óptimos de interpretar por el circuito de procesamiento (voltajes TTL), del mismo modo se debe hallar el tipo de relación existente entre el valor de la variable medida y los niveles de tensión entregados, con el fin de poder realizar mediante

programación las conversiones necesarias para poder expresar nuevamente la medida de manera idónea

8.1.3.1. Señal correspondiente a voltaje

El valor correspondiente al nivel de tensión con el cual se calcula la potencia consumida por la edificación a evaluar, es adquirido en tiempo real, para esto se sigue el proceso descrito por el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 15. Primero se conecta uno de los extremos de dos conductores eléctricos a las líneas de alimentación (neutro y fase) que suplen de energía a la edificación en evaluación, los extremos faltantes son llevados al primario de un transformador reductor de relación 20:1 el cual permite disminuir los aproximados 162 Vpp de una red monofásica a 8,9 Vpp, posterior a esto se genera un rectificador de onda completa, y se realiza un divisor resistivo que reduzca los 8.9 voltios (ver Figura 14) a 4.5 V, voltaje que ya es adecuado para enviar a las entradas analógicas de un micro controlador.

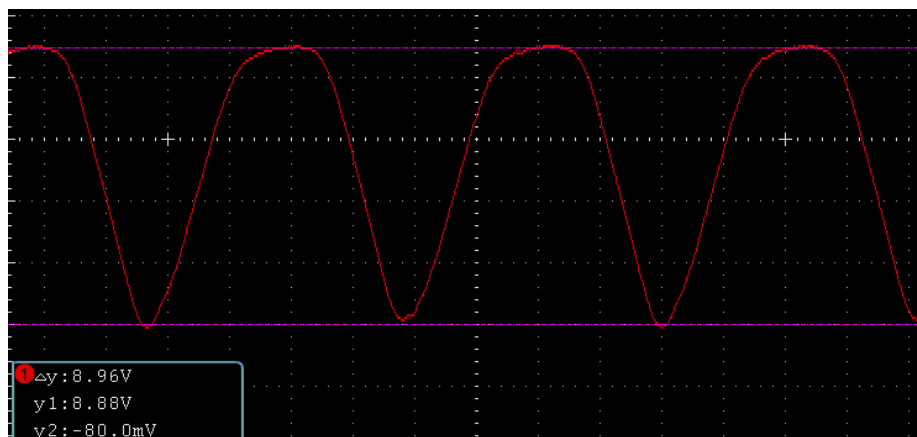


Figura 14. Señal de voltaje rectificada.
Fuente. Medina R, Yadir.

El motivo por el cual la señal no es reducida a 5 V es con el fin de evitar que pequeñas fluctuaciones de tensión puedan sobrepasar los niveles de adquisición permitidos por el microcontrolador.



Figura 15. Diagrama de bloques de la adquisición y acondicionamiento de la señal de voltaje
Fuente. Medina R, Yadir.

Es importante mencionar que se deben tener en cuenta los niveles de tensión pico a pico y no RMS, pues la onda de corriente alterna es dispuesta en su totalidad en los terminales del microcontrolador, situación que puede llevar a posibles averías si el diseño se hace sobre valores RMS, del mismo modo la conversión analógica digital es realizada a muestras tomadas de la totalidad de la señal (valores pp), situación que puede terminar en ambigüedades si en el momento de la realización de los cálculos no se estima el valor pico a pico de las señales a considerar.

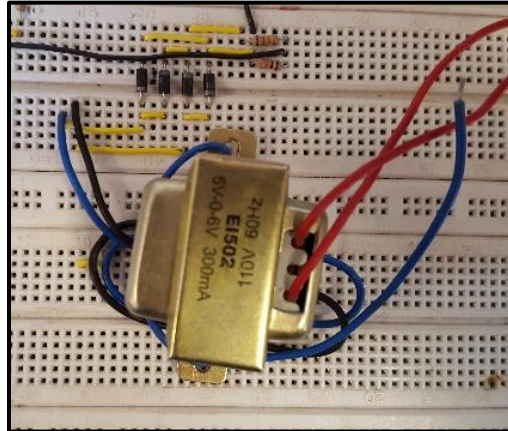


Figura 16. Acondicionamiento de voltaje.
Fuente. Medina R, Yadir.

8.1.3.2. Adquisición y Acondicionamiento de la señal de Corriente

El sensor seleccionado para la medición de la señal de corriente posee como referencia SCT-013-100 ver Figura 17, el cual es un sensor de efecto hall no invasivo, este tiene una capacidad de medida de 0 a 100 A, entregando en su salida una señal de voltaje alterno, la cual aumenta de manera lineal según aumenta la corriente transportada por el conductor al cual se ha dispuesto el sensor.



Figura 17. Sensor de corriente.
Fuente. www.ebay.com

La señal de este sensor debe ser aplicada a una entrada analógica del sistema de procesamiento, el cual para esta versión del dispositivo corresponde a un PIC 16F877A, pero previamente debe sufrir un proceso de acondicionamiento, generado por el circuito mostrado en la figura 18.

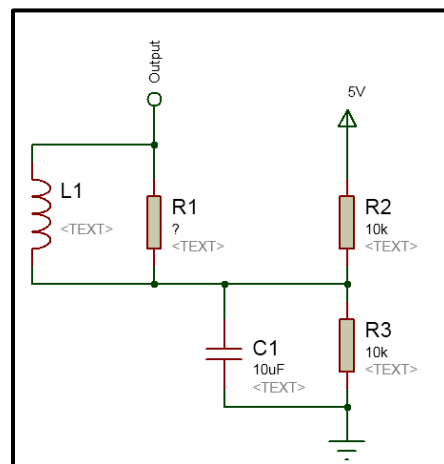


Figura 18. Circuito de acondicionamiento del sensor de corriente.
Fuente. Medina R, Yadir.

Ya que la señal de salida del sensor de corriente (representada en la Figura 18 como L1), está dada por una señal de voltaje sinusoidal con valores tanto negativos como positivos, es importante generar un offset sobre esta, que permita llevar la señal a valores admisibles por la configuración del sistema micro controlado, y dado que la señal aumentara su amplitud tanto en los semiciclos positivos como negativos a medida que aumenta la corriente a sensar, el valor de dicho offset debe ser de 2,5 V ya que las configuración habituales que se le otorgan al microcontrolador son para que este admita valores que se encuentren en el rango de 0V a 5 V. para tal fin, las resistencias R2 y R3 de la Figura 18. Se encuentran realizando un divisor resistivo que garantizan un corrimiento en sentido

positivo de la señal de 2,5 voltios, voltaje que se garantiza dado que estas dos resistencias son del mismo valor y se encuentran conectadas a una tensión de alimentación de 5 voltios.

La resistencia R1, es quien genera la relación de conversión entre la corriente que fluye a través del conductor a evaluar y las variaciones de voltaje de la señal de salida, por ejemplo si la resistencia R1 es de 33Ω , por cada amperio de salida el sensor entregara 10mVp de señal de salida, al aumentar el valor de dicha resistencia, la proporción o equivalencia de conversión también aumenta.

Para la aplicación en desarrollo, la proporción de conversión es, por cada amperio de corriente la salida de voltaje varía en 20 mV dado que.

- La conversión analógica digital se realizara a 10 bits (rango de escala de 0 a 1023)
- Tensión máxima de entrada 5V.
- Dado el corrimiento los valores de interés de la conversión está comprendido entre 511 y 1024.

Dadas las condiciones previamente mencionadas, entonces.

Como el sensor mide de 0 a 100 amperios, y esta medida debe encontrarse representado por una variación de voltaje entre 2.5V y 5 V dado el corrimiento, cada aumento de voltaje por amperio de corriente no puede ser superior a los 25 mV, pues de lo contrario se sub-utilizaría el sensor, pues el rango de medida no sería de 0 A a 100 A sino menor.

$$\text{cambio de voltaje} = \frac{\text{voltaje maximo de cambio}}{\text{rango del sensor}} \quad (1)$$

$$\text{cambio de voltaje} = \frac{2.5V}{100} \quad (2)$$

$$\text{cambio de voltaje} = 25mV \quad 3$$

De esta manera se ha establecido que por cada amperio de señal sensada, se genere su correspondiente en voltaje con una variación de 20 mV, no se trabaja con 25 mV para evitar operar en los límites, así se garantiza que la amplitud máxima de la señal, cuando la corriente a evaluar sea de 100 A, es de 4.5V

Ya que La resolución otorgada por el microcontrolador es de $4.887mV \approx 5mV$, según se muestra a continuación:

$$\text{resolucion} = \frac{V}{2^n - 1} \quad (4)$$

$$resolucion = \frac{5}{2^{10} - 1} (5)$$

$$resolucion = \frac{5}{1024 - 1} (6)$$

$$resolucion = 4.887mV (7)$$

Por cada amperio medido se realiza una variación de 4 en la conversión análoga digital, indicando así que el dispositivo se encuentra en la capacidad de representar variación de 250 mA, es decir el dispositivo propiamente dicho, tendrá una resolución de 250Ma

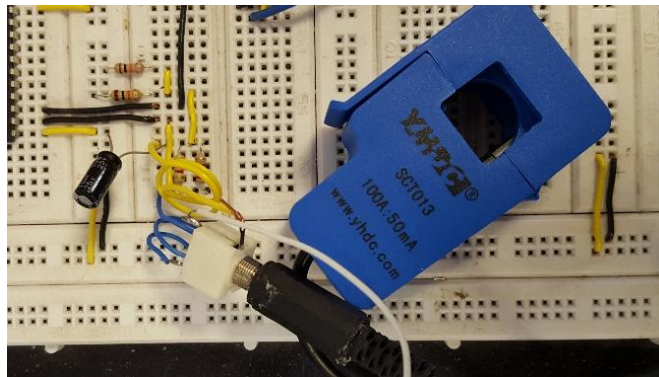


Figura 19. Acondicionamiento de la señal de corriente.
Fuente. Medina R, Yadir.

8.1.4. Adquisición local de los datos.

Luego de haber realizado el censado y acondicionamiento de las señales correspondientes al voltaje y la corriente, es necesario llevar estas a un dispositivo de procesamiento, que no solo permita leer dichos datos, sino también tratarlos de tal manera que se pueda hallar los valores de interés tales como, potencia consumida y producción de huella de carbono, al igual que una analogía que otorgue al usuario valores mucho más intuitivos con los cuales pueda entrar en una etapa de concientización de la necesidad del uso racional de la energía. Para esto se ha seleccionado el micro-controlador PIC16F877, a quien se disponen en dos de sus entradas análogas, las señales de salida de los circuitos de acondicionamiento de corriente y voltaje.

Para la adquisición e interpretación de los datos por el micro controlador se carga en este un programa que obedece a la descripción dada a continuación y al diagrama de flujo de la Figura 20.

- I. Se realiza la conversión análoga digital de los dos datos a interpretar (voltaje y corriente), esta conversión es hecha por el microcontrolador a 10 bits, por lo tanto los valores correspondientes a la misma deben ser

albergados en dos variables diferentes de tipo entero pero de 16 bits con el fin de no despreciar los dos bits más significativos. La lectura de los datos se realiza cada 41.5uS con el fin de realizar 40 muestras por periodo de las señales entrantes, dado que tienen una frecuencia de 60 Hz.

- II. Cada dato que es tomado se va albergando en un vector cuyo tamaño es igual al número de muestras hechas por periodo es decir 40 (debe existir un vector para voltaje y otro para corriente).
- III. Tras haber llenado los vectores, se realiza un barrido sobre el mismo, con el fin de identificar el valor más alto que se halla albergado, este valor representa el número de la conversión análoga digital hecha al nivel de tensión más alto de las señales de voltaje ingresadas como representación del voltaje de alimentación y la corriente consumida por la edificación en estudio.
- IV. Conociendo el valor más alto de las conversiones análogas-digitales, se procede a hallar el valor de corriente y voltaje real existente que representa dicha conversión, para esto se debe tener en cuenta que:
La resolución del converso ADC del PIC se determina en la ecuación 8 y 9:

$$resolucion = \frac{5V}{1023} \quad (8)$$

$$resolucion = 4.8875 \text{ mV} \quad (9)$$

En el caso de corriente:

Dado que la señal de salida del acondicionamiento del sensor de corriente varia en 20mV por cada amperio, partiendo desde 2.5 V cuando la corriente sensada es 0. Entonces.

Cuando se sensan 10 A de corriente:

La señal de voltaje acondicionada que se proporciona al micro controlador posee una amplitud máxima determinada por la ecuación 13:

$$V_{max} = 2.5V + 20mV * \text{amperios} \quad (10)$$

$$V_{max} = 2.5V + 20mV * 10 \quad (11)$$

$$V_{max} = 2.5V + 200mV \quad (12)$$

$$V_{max} = 2.7V \quad (13)$$

Este valor corresponde a un ADC de:

$$ADC = Voltaje / 4.8875mV \quad (14)$$

$$ADC = \frac{2.7}{4.8875mV} \quad (15)$$

$$ADC = 552 \quad (16)$$

Teniendo esto se realiza una regla de tres simple

Si 10 A poseen un ADC de 552
Cuántos amperios corresponden a X

Donde X es el valor ADC otorgado al nivel más alto de voltaje que representa la corriente sensada, entonces:

$$I = \frac{10 * x}{552} \quad (17)$$

$$I = 0,0181159 * x \quad (18)$$

Por tal motivo para conocer la corriente que fluye por el conductor al cual se ha conectado el sensor, la variable en la cual se ha guardado el dato de la conversión analógica digital de la señal de voltaje que representa los cambios de corriente, debe ser multiplicada por una constante de 0,0181159 y este resultado debe ser guardado en una nueva variable.

Para la señal de voltaje.

La señal de salida del acondicionamiento del sistema de sensado de voltaje varía en 25mV por cada V en AC, Entonces.

Cuando se sensan 120 Vpp de voltaje:

La señal de voltaje acondicionada que se proporciona al micro controlador posee una amplitud máxima de:

$$V_{max} = 25mV * voltaje \quad (19)$$

$$V_{max} = 25mV * 120 \quad (20)$$

$$V_{max} = 3V \quad (21)$$

Este valor corresponde a un ADC de:

$$ADC = Voltaje / 4.8875mV \quad (22)$$

$$ADC = 3 / 4.8875mV \quad (23)$$

$$ADC = 614 \quad (24)$$

Teniendo esto se realiza una regla de tres simple

Si 120 V poseen un ADC de 614
Cuántos amperios corresponden a Y

Donde Y es el valor ADC otorgado al nivel más alto de voltaje que representa el Voltaje AC sensada, entonces:

$$V = \frac{120 * y}{614} \quad (25)$$

$$V = 0,1954 * y \quad (26)$$

Así que para este caso el valor del ADC correspondiente a la señal de voltaje, debe ser multiplicado por 0,1954 para encontrar el valor real de voltaje.

- V. Teniendo ya el valor real de corriente y voltaje se procede a multiplicarlos entre sí para hallar potencia.
- VI. Para encontrar el valor de huella de carbono producida, se multiplica la potencia anteriormente encontrada por 0.111425218 El cual es un factor de conversión otorgado por Ecometrica para transformar la potencia consumida en huella de carbono producida ver Anexo 2.
- VII. Para hallar la analogía se divide la huella de carbono en 120. Ya que este valor corresponde a la producción en gramos de huella de carbono por kilómetro recorrido de un automóvil da marca SPARK con motor 1.0.

Finalmente para la visualización local de estos datos, se muestran los valores de las variables anteriormente mencionadas en una LCD de 2*16

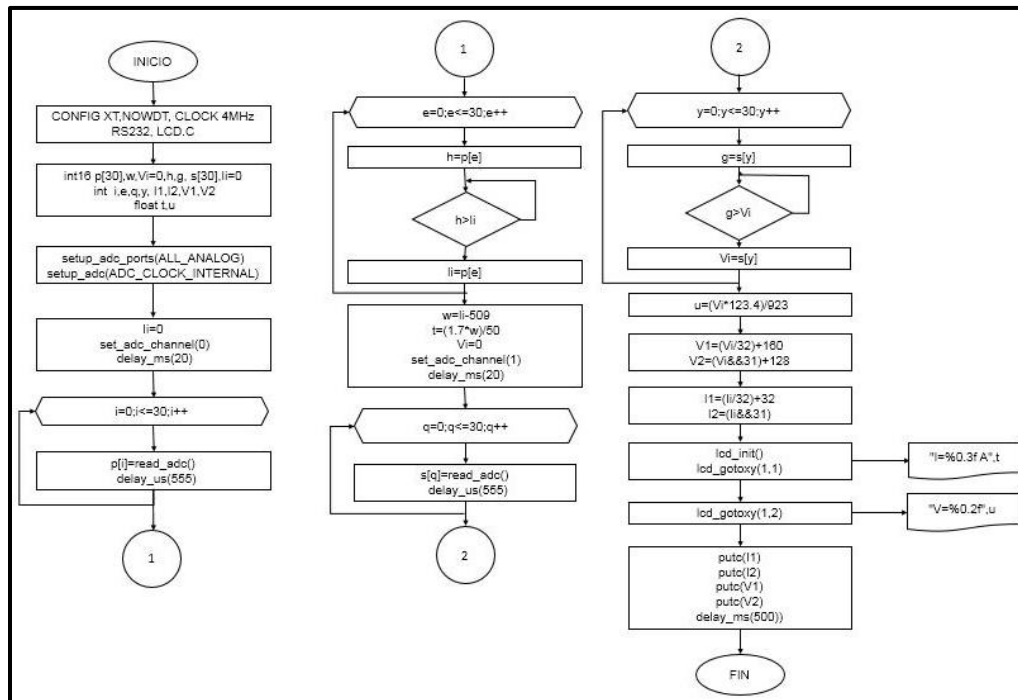


Figura 20. Diagrama de flujo de la programación cargada al microcontrolador.

Fuente. Medina R, Yadir.

8.1.5. Elaboración del prototipo.

Dado que se han definieron los sistemas con los cuales debe contar el dispositivo a realizar, se procede a integrarlos a través de la elaboración y conexión de sus respectivas PCB's ver Figura 22, de igual modo surge la necesidad de implementar un circuito a través del cual se permita alimentar todo el sistema. Por lo tanto se elabora una fuente de tensión de 5 voltios a 1 A, ya que con estas características se suplen las necesidades energéticas expresadas por lo que es el dispositivo medidor de huella de carbono, la fuente elaborada obedece al circuito mostrado en la Figura 21.

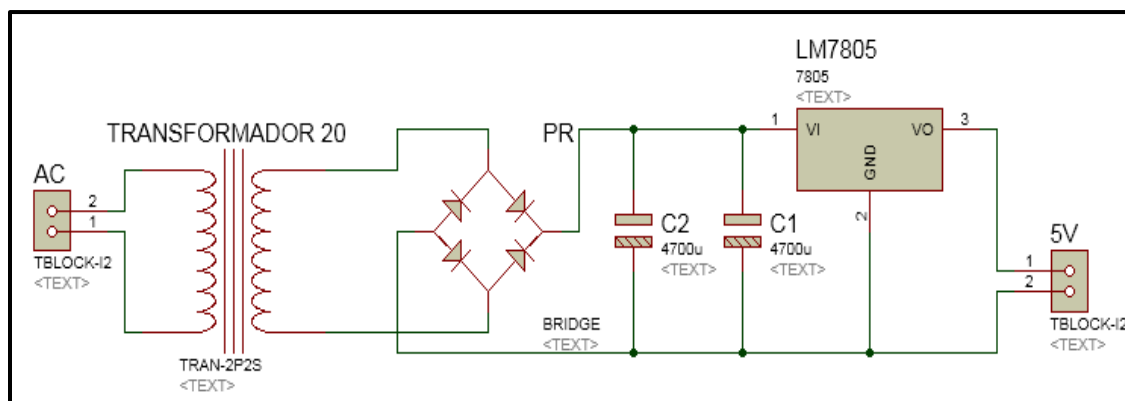


Figura 21. Diagrama eléctrico de la fuente de alimentación del sistema.

Fuente. Medina R, Yadir.

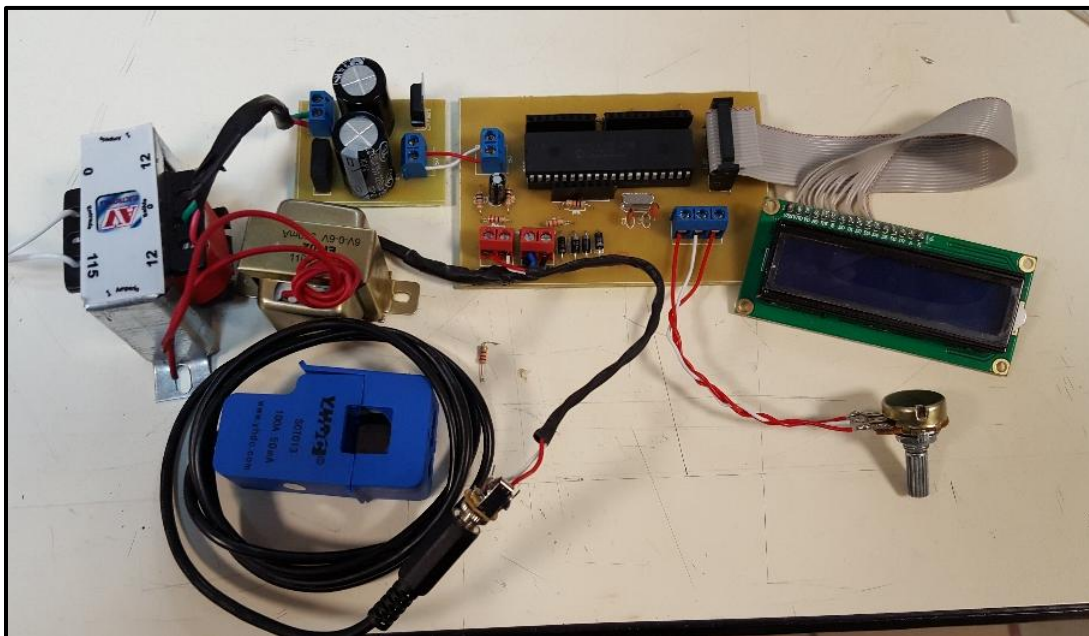


Figura 22. Medidor de huella de carbono implementado en PCB.
Fuente. Medina R. Yadir.

El encerramiento de los circuitos se hace de manera artesanal haciendo uso de acrílico de tres milímetros, el cual es cortado a través de plotter de corte (LASER), situación que garantiza que las perforaciones sean precisas, el dispositivo final es el mostrado en la Figura 23.



Figura 23. Dispositivo final.
Fuente. Medina R. Yadir.

8.1.5.1. Parametrización del dispositivo

Dado que se ha elaborado el sistema electrónico definitivo a usar en el prototipo, antes de construir la estructura correspondiente a la carcasa, se debe realizar un proceso de parametrización con el fin de garantizar la veracidad y fiabilidad de los datos adquiridos.

8.1.5.1.1. Elaboración de banco de prueba y parametrización.

La necesidad de contar con un instrumento, dispositivo o infraestructura sobre la cual efectuar las diferentes medidas de corriente y voltaje, tanto con el dispositivo patrón (multímetro FLUCK), como, con el medidor de huella de carbono generado, para parametrizar este último, llevo a construir un banco de cargas como el mostrado en la Figura 24.

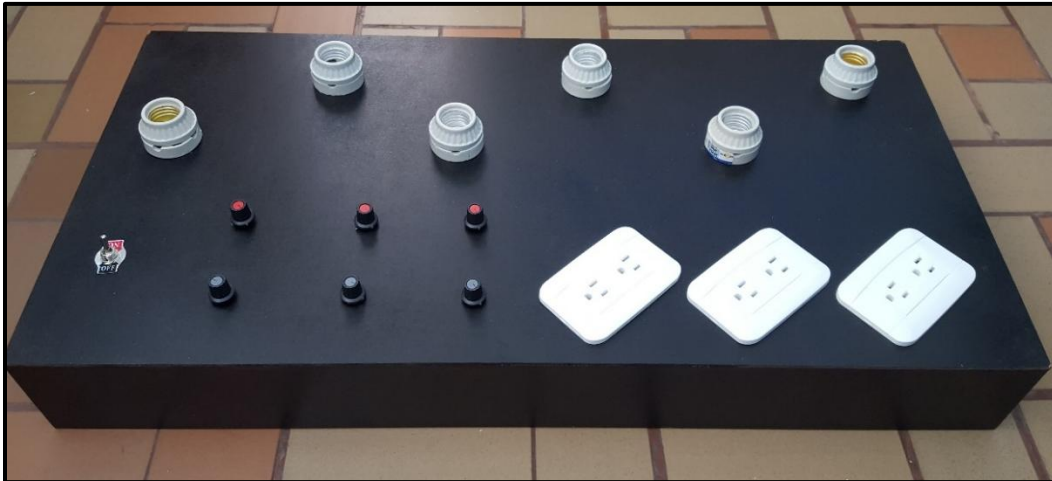


Figura 24. Banco de cargas.
Fuente. Medina R. Yadir.

El banco de prueba cuenta con un Switch de encendido y apagado, quien permite o no el flujo de corriente a través de la instalación en paralelo establecida entre los elementos dispuestos como cargas. El banco cuenta con la capacidad de conectar 6 cargas resistivas (bombillas) en las rosetas dispuestas, al igual que conectar hasta 6 elementos, haciendo uso de los 3 toma corriente que fueron colocados, los diales que se pueden observar en la Figura 24, corresponden al control de luminosidad con que iluminara cada bombilla.

Las conexiones internas de los elementos obedecen a la Figura 25. El conductor utilizado, es cable calibre 16, pues de usar alambre con el fin de seguir normatividades eléctricas, como los colores a usar en cada una de las líneas, la rigidez de este último ocasiono importantes averías sobre las borneras de las PCB'S implementadas, situación que llevo a cambiar el tipo de conductor.

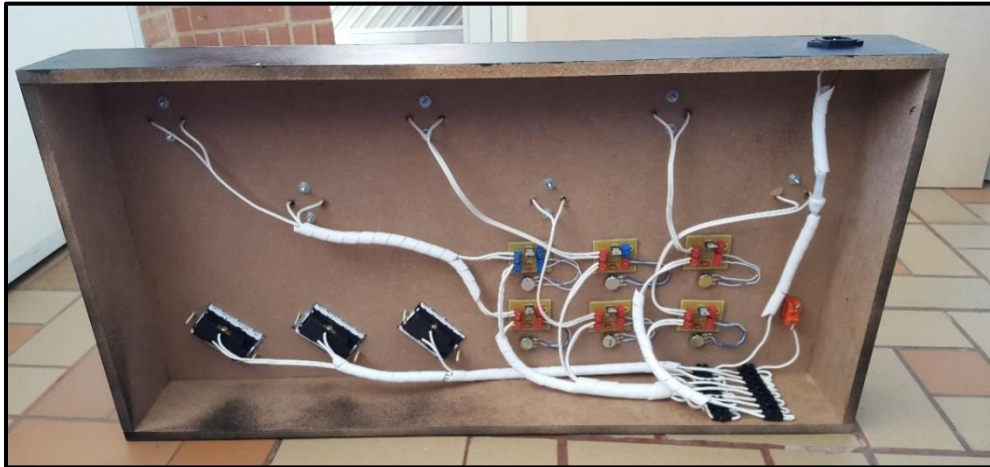


Figura 25. Conexión interna del banco de cargas.
Autor. Medina R. Yadir.

Para el control de luminosidad de cada una de las bombillas, se diseñó e implemento el circuito de control de fase mostrado en la figura 26, con el cual se busca controlar el voltaje efectivo entregado a cada luminaria, a través de los periodos de disparo de un TRIAC, dicho periodo de disparo varia conforme se cambia el valor resistivo de un potenciómetro.

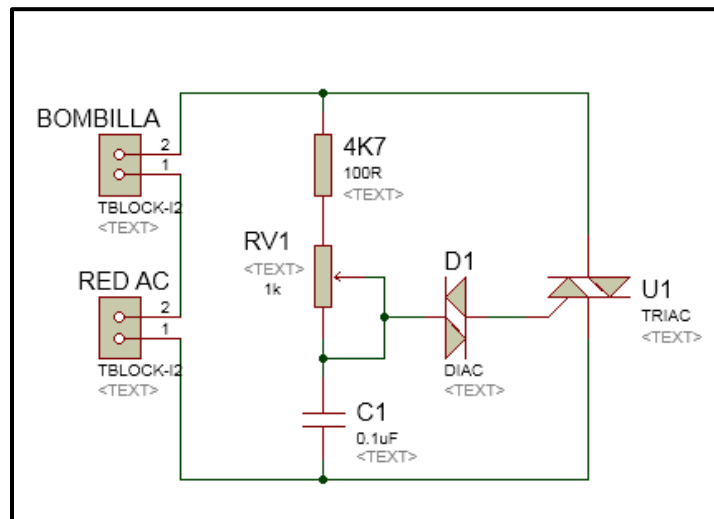


Figura 26. Circuito de control de fase, para control de iluminación.
Fuente. Medina R. Yadir.

8.1.5.1.2. Parametrización

Luego de realizar el banco de prueba, se procede a realizar la parametrización del sensor de corriente, para lo cual se usa como dispositivo patrón un multímetro de marca FLUCK, dado que es el instrumento de medida con mayor grado de trazabilidad en cuanto a medición de corriente, con el cual cuenta los laboratorios

de ingeniería electrónica de la universidad Santo Tomás de Aquino, seccional Tunja, los datos adquiridos durante el proceso de parametrización se muestran en la tabla 4, y son ampliadas en el anexo F, las convenciones propias de la tabla son:

Ai: medida realizada con el instrumento.

Ar: promedio de medida del patrón.

Error. Error existente entre el patrón y el instrumento a calibrar.

Tolerancia: porcentaje de error tolerado entre el patrón y el instrumento a calibrar.

K: factor para poseer un grado de confiabilidad del 98%.

UE: desviación estándar.

ANÁLISIS DE RESULTADOS						
Ai	Ar	error	tolerancia	K	UE	estado del instrumento
0,54	0,581	0,041	0,1	2,57	0,00075277	DES
1,15	1,158	0,008	0,1	2,57	0,00285774	DES
1,77	1,732	-0,038	0,1	2,57	0,01575648	DES
2,28	2,279	-0,001	0,1	2,57	0,00604704	DES
2,89	2,835	-0,055	0,1	2,57	0,01065207	DES
CONSIDERACIONES						
DES			dentro de especificaciones			
FES			fuera de especificaciones			
IND			indeterminado			

Tabla 4. Tabla de parametrización del sensor de corriente.

Fuente. Medina R. Yadir.

En la tabla 4 se puede encontrar que el sensor en todas sus mediciones se encuentra dentro de especificaciones situación que lleva a considerar que este ya está apto para su uso.

8.1.5.2. Elaboración de carcasa y presentación del prototipo final.

Finalmente se procede a elaborar la carcasa que alberguen los circuitos electrónicos correspondientes al dispositivo medidor de huella de carbono, la cual se realiza en madera, el material ha sido seleccionado dado su bajo costo de implementación.

8.2.CAPITULO II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN CON EL SERVIDOR LOCAL

Dados los beneficios otorgados a los diferentes procesos de formación, supervisión y control por parte de las implementaciones y sistemas cuyo monitoreo se realiza de manera remota, han llevado a incentivar la potencialización del sistema realizado con la implementación de la visualización de los datos adquiridos de manera remota, para lo cual se han seguido los procedimientos mencionados a continuación.

8.2.1. Protocolo de comunicación a usar.

Se definen las propiedades con que debe dotarse el monitoreo remoto a realizar, en donde se ha destacado, que este debe encontrarse caracterizado por el hecho de que la totalidad de los datos puedan consultarse desde cualquier lugar del planeta y casi en tiempo real (considerando los tiempos de lectura y procesamiento de los datos, al igual que los establecidos por diseño para que el sistema tenga una fluidez adecuada y armónica) por lo tanto se generó una página WEB, desde la cual se realiza el monitoreo, de esta manera lo único que se requiere para tener acceso a la información suministrada por el equipo, es un dispositivo que permita navegar en internet.

Para consultar los datos desde internet, es importante poder enviarlos desde el microcontrolador que ya se encuentra adquiriéndolos, a un servidor local o PC que posteriormente cargara dicha información a una base de datos.

Para lograr la transición de los datos adquiridos por el microcontrolador, se ha utilizado un protocolo de comunicación serial RS 232, esto se logra usando el módulo USART con el cual cuenta el PIC16F877A, para evitar la necesidad de establecer conexiones físicas, se implementó un módulo de comunicación Bluetooth de referencia HC-06, este permite realizar intercambio de datos de manera serial con otro dispositivo que también debe poseer un módulo Bluetooth.

Para el funcionamiento del módulo, se debe conectar a una fuente de alimentación entre 3.3 voltios y 6 voltios, y la conexión a realizar con el microcontrolador corresponde a conectar el pin de recepción del módulo (Rx) con el de transmisión del PIC, y el pin de recepción de este último con el de transmisión del módulo. Posteriormente para establecer la comunicación con un servidor local, que para el proyecto es un PC, se debe alimentar el módulo HC-06, situación que genera su encendido. Al igual que se tiene que activar el Bluetooth con el que cuenta el ordenador, luego se solicita que se realice una búsqueda de dispositivos, realizando el siguiente procedimiento: panel de control>hardware y sonido >dispositivos e impresoras > agregar dispositivo, o en su defecto desde cualquier

gestor Bluetooth con el que cuente el ordenador en uso, luego de realizar la búsqueda siguiendo el primer método, el dispositivo debe ser reconocido tal como se muestra en la Figura 27.

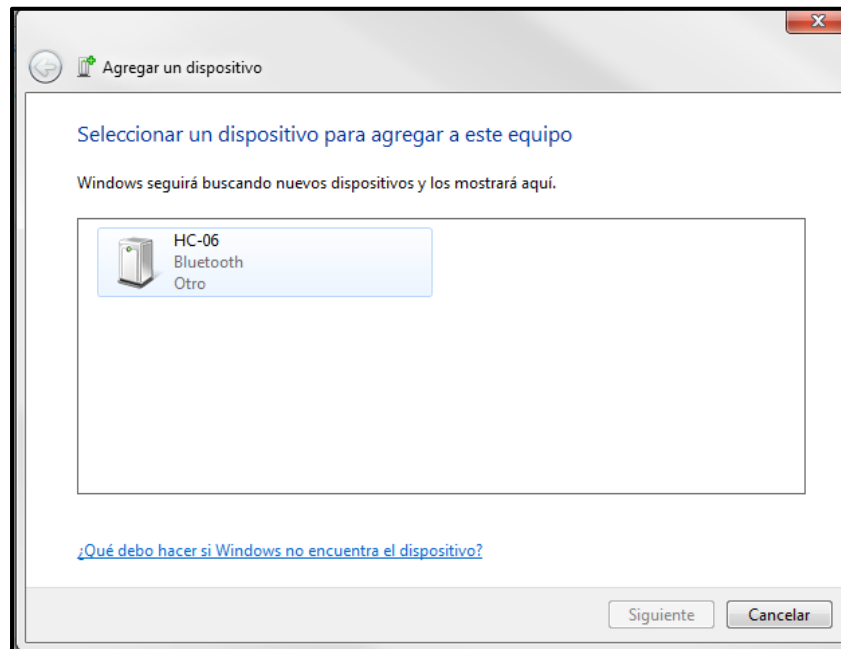


Figura 27. Agregar un dispositivo
Fuente. Medina R, Yadir.

Al ser reconocido se ordena a el computador que se vincule con este, haciendo doble clic sobre el icono correspondiente al módulo Bluetooth, si este no es agregado directamente, sino por el contrario aparece una ventana emergente solicitando un password, se debe introducir bien sea el código "0000" o "1234" los cuales corresponden a las contraseñas de operación que trae el dispositivo por defecto, luego de esto el icono que representa el modulo Bluetooth HC-06 debe visualizarse en la ventana correspondiente a dispositivos e impresoras (ver Figura 28) que se encuentra en: panel de control>hardware y sonido >dispositivos e impresoras; al igual que se asigna un puerto de comunicación serial o COM a la conexión realizada entre pc y modulo.

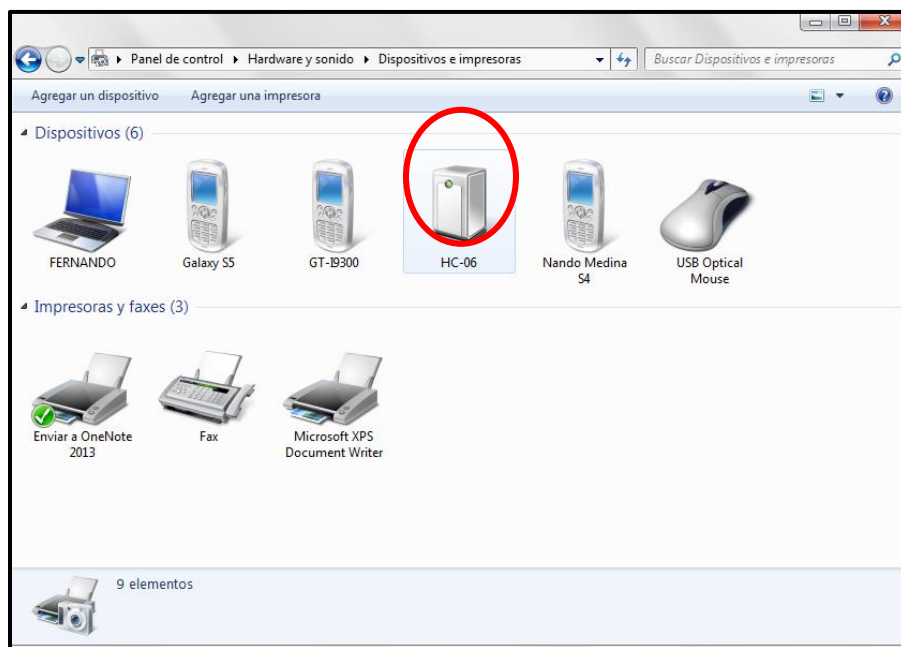


Figura 28. Dispositivos vinculados con el ordenador.
Fuente. Medina R, Yadir.

Si al momento de establecer la conexión no se ha alcanzado a visualizar en el comentario emergente mostrado en el panel de notificaciones de la barra de inicio, cual ha sido el COM asignado al Módulo Bluetooth este puede ser consultado en: inicio>administrador de dispositivos> Puertos (COM y LPT) como se muestra en la Figura 29.

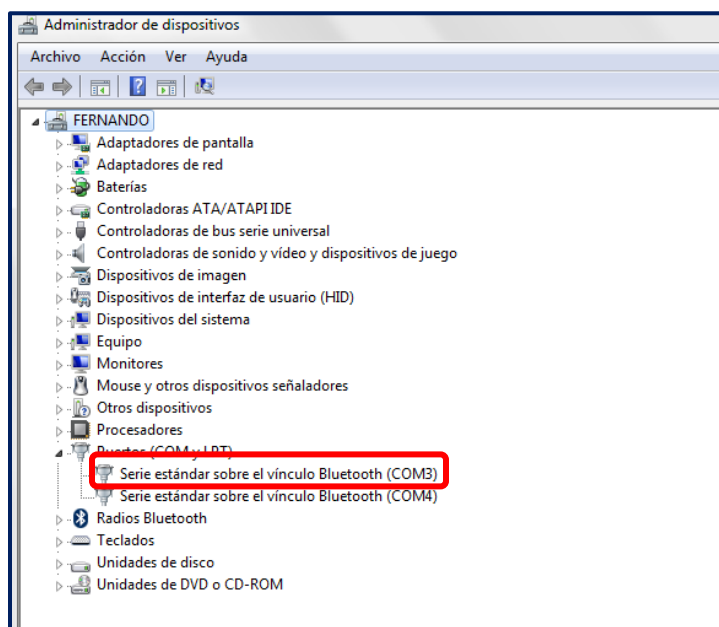


Figura 29. COM asignado a la comunicación.
Fuente. Medina R, Yadir.

Para el proyecto, se ha asignado el COM3, este dato es muy importante, ya que será el puerto a utilizar a la hora de establecer cualquier tipo de flujo de datos entre el PC y el sistema microcontrolado.

8.2.2. Configuración del módulo serial del PIC

Luego de realizar la vinculación entre el PC y el sistema microcontrolado encargado de realizar la adquisición de los datos correspondientes a las dos variables de interés (voltaje y corriente), a través de la comunicación Bluetooth descrita anteriormente, se debe configurar el módulo USART con el cual cuenta el PIC, para permitir establecer la transmisión de datos.

Esto se hace mediante programación usando el software PIC C Copiler. Al programa realizado y cargado en el PIC, (ver capítulo 1) se le debe agregar en el segmento del programa en el cual se declaran las librerías, una nueva directriz que corresponde a la configuración del módulo USART del PIC, en esta se asigna características tales como velocidad de transmisión, puerto de transmisión y recepción, número de bits que constituyen cada dato a enviar, paridad como se muestra en la Figura 30.

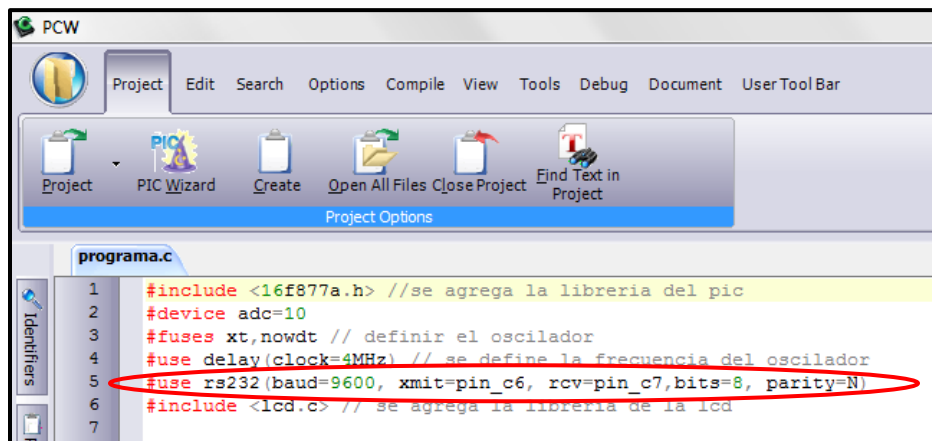


Figura 30. Configuración del módulo USART del PIC.
Fuente. Medina R, Yadir.

Después de configurado el módulo USART, y dado que el sistema tan solo debe enviar datos del microcontrolador al ordenador (comunicación simplex), mediante programación se asignan las variables que albergan los datos a transportar mediante el comando `putc(variable)`, dado que si se hace uso de otro tipo de comando tales como `printf`, el dato recibido en el ordenador corresponderá a caracteres ASCII que gráficamente representa el dato enviado, pero cuyo valor numérico a la hora de operarlos es totalmente diferente, como se muestra en la Tabla 5.

Característica	Uso del printf	Uso del putc
Dato a enviar	64	64
Carácter ASCII enviado	64	@
Representación numérica del ASCII	54 , 52	64

Tabla 5. Diferencias entre el uso del printf y putc en cuanto a la representación numérica de un dato.
Fuente. Medina R, Yadir.

Es importante destacar que mediante comunicación serial, todos los datos enviados son transportados como una variable CHAR, cuyo valor se encuentra asignado por la tabla ASCII.

8.2.3. Elaboración de la trama de datos a enviar

Se pueden enviar los datos que se desee siempre y cuando estos posean una trama en cada envío de hasta 8 bits, si la trama es mayor a 8 bits, solo se tendrán en cuenta los 8 menos significativos, situación que puede generar enormes ambigüedades y errores a la hora de leerlos, pues el dato recibido se encontrara sesgado, de igual forma si se desean enviar dos o más datos y la información en cada dato es de 8 bits no hay espacio suficiente para otorgar a este una cabecera que permita identificar a que variable corresponde cada dato tras realizar su recepción, por tal motivo se deben crear las tramas a enviar ya que los datos a transportar responden a los valores ADC de dos variables, voltaje y corriente, y como si fuese poco son datos cuyos valores poseen un tamaño de 10 bits.

Como cada dato posee un tamaño de 10 bits y se debe identificar a que variable corresponde, es decir, se debería enviar una trama como mínimo de 11 bits, los datos se fraccionan, para poder crear tramas de 8 bits que sean totalmente identificables a la hora de la recepción de los datos, para esto se crean 4 tramas (dos por cada dato) cuya estructura es la mostrada en la Figura 31, en donde los 5 bits menos significativos de la trama corresponden a los bits menos o más significativos del ADC de 10 bits realizado a cada señal, y los tres más significativos a la cabecera de identificación del dato.

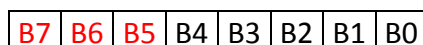


Figura 31. Estructura de la trama de datos a enviar.
Fuente. Medina R, Yadir.

8.2.3.1. División o segmentación del dato de corriente y voltaje.

Los valores correspondientes al ADC de la señal de corriente como las de voltaje se encuentran constituidos por un dato de hasta 10 bits. El trato dado a los dos es el mismo, motivo por el cual a continuación se describe de manera general como seleccionar los 5 bits más significativos, y como, los 5 bits menos significativos de cada dato.

8.2.3.1.1. Selección de los 5 bits menos significativos.

El seleccionar los 5 bits menos significativos de cada trama de datos, es tal vez el proceso más sencillo de la división de los datos, dado que para esto basta con realizar una operación lógica de multiplicación (AND) entre la variable que alberga el ADC de 10 Bits de la señal de corriente y voltaje, con un dato cuyo valor corresponda a un valor binario en donde sus bits del B0 al B4 se encuentren en 1 y los demás en 0, es decir, se debe multiplicar por 31_{10} .

8.2.3.1.2. Selección de los 5 bits más significativos

Para transportar los 5 bits más significativos, es necesario despreciar los 5 bits menos significativos y que en su remplazo dichas posiciones sean ocupadas por los 5 bits del dato que deseamos conservar (5 bits más significativos), para esto el dato debe dividirse en el valor numérico correspondiente al primer bit a conservar de la trama de datos, es decir si se desean conservar los 5 últimos bits despreciando los 5 primeros, el dato se debe dividir en el valor numérico del bit 6, ósea 32_{10} como se presenta en la Figura 32.

B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

Figura 32. Valor numérico de cada bit de una trama de 10 bits.
Fuente. Medina R, Yadir

8.2.3.2. Identificación del dato

Dado que en las tramas a transportar se han designado los 3 bits más significativos al proceso de identificación (del B5 al B7) es posible enviar hasta 2^3 datos, es decir 8 datos identificables, pero ya que tan solo se requieren de 4, se ha hecho uso exclusivamente de las combinaciones descritas a continuación, a las cuales se les ha asignado el segmento de cada variable de corriente o voltaje como se presenta en la Tabla 6.

Bits en uso B5=32, B6=64 y B7=128			Valor numérico	Valor de cabecera que corresponde a la trama de datos que lleva los:
B7	B6	B5		
0	0	0	0	5 bits menos significativos de la señal de corriente.
0	0	1	32	5 bits más significativos de la señal de corriente.
0	1	0	64	5 bits menos significativos de la señal de voltaje.
0	1	1	96	5 bits más significativos de la señal de voltaje.

Tabla 6. Datos de cabecera de cada trama a enviar.
Fuente. Medina R, Yadir.

El valor numérico descrito por cada una de las combinaciones de los bits que constituyen la cabecera de cada trama, debe ser sumado a cada uno de los datos (según corresponda) de 5 bits que describen (ya sea la parte alta o baja del dato), de esta manera, se permite la identificación pues, los 5 bits menos significativos de la señal de voltaje siempre se encontraran dentro de un rango de 0 a 31 y los 5 bits más significativos entre un rango de 32 a 63, mientras que en el caso de la corriente, los 5 bits menos significativos estarán entre un valor numérico de 64 a 95 y los más significativos entre 96 y 127.

8.2.3.3. Tramas de datos a enviar.

Luego de definir la forma de construir las 4 tramas de 8 bits que corresponden a las conversiones ADC de las señales (Voltaje y corriente), se procede a construirlas mediante programación, conforme se muestra en la Figura 33.

```
49  
50 // señal de voltaje  
51 V1=(Vi/32)+96;  
52 V2=(Vi&31)+64;  
53 //señal de corriente  
54 I1=(Ii/32)+32;  
55 I2=(Ii&31);  
56
```

Figura 33. Segmento del código cargado en el microcontrolador, con el cual se acondicionan los datos.

Fuente. Medina R, Yadir

Las variables Vi y Ii que se observan en la Figura XX, Corresponden a las variables en las cuales se alberga el ADC de 10 bits de las señales de voltaje y corriente, la división en 32 está asociada a la toma de los 5 bits más significativos de cada una de estas, y el & indica la operación lógica AND que permite tomar los 5 bits menos significativos, las sumas echas en cada uno de los casos responde a la asignación del encabezado de identificación, y las variables V1, V2, I1 e I2 son las tramas ya constituidas y son las que se deben *enviar* a través del puerto.

8.2.4. Manipulación de los datos que llegan por serial al ordenador.

Los datos recibidos en el PC pueden ser visualizados haciendo uso de monitores seriales, tales como Hyperterminal o incluso el monitor serial proporcionado por el software de programación Arduino (ver Figura 34), allí tan solo se puede ver los datos que se están recibiendo, que en este caso corresponde al carácter ASCII propio del valor entero que representa cada una de las variables V1, V2, I1 e I2, impidiendo la manipulación del dato para realizar labores como, albergar los datos en una base de datos o en un archivo de texto plano (.txt) para que

posteriormente sean consultados por una página WEB, logrando su visualización remota. Por tanto se recurrió al uso del software Visual Estudio para crear un ejecutable que permita seleccionar el puerto a través del cual se realice la comunicación y que muestre los valores correspondientes a Voltaje, Corriente, Potencia, Huella de carbono Y analogía que se visualizan de manera local, para luego transportarlos a una base de datos que se halla albergada en un hosting gratuito cuyo proveedor es la empresa somee.

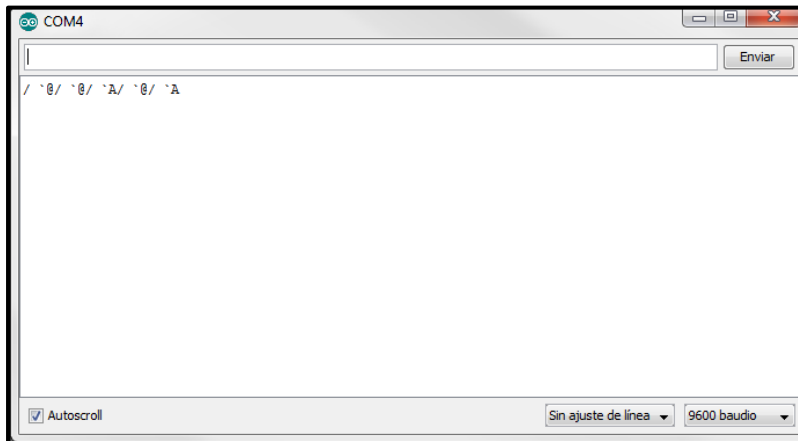


Figura 34. Monitor serial de Arduino.
Fuente. Medina R. Yadir.

8.2.4.1. Ejecutable de lectura del puerto de comunicación serial.

El ejecutable se ha realizado en la extensión Visual.net que proporciona el software Visual Studio, y en donde se programa en Visual Basic, la ventana emergente que se despliega al dar doble click sobre el ejecutable creado, es la mostrada en la Figura 35, esta será la única ventana con la cual el usuario deberá interactuar, ya que las demás ventanas que surgen al crear el ejecutable corresponden al desarrollo de código y son innecesarias tras finalizado el proceso de creación.

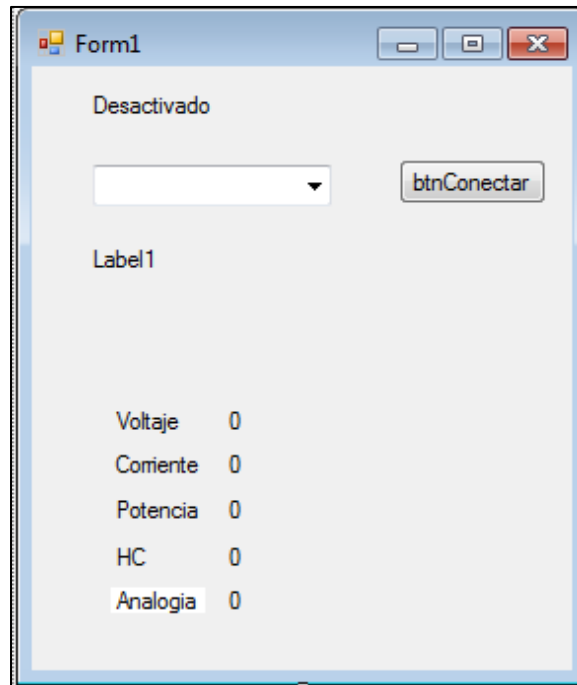


Figura 35. Pantalla emergente del ejecutable realizado.
Fuente. Medina R, Yadir

En esta ventana, se muestra en la parte superior derecha los habituales botones de minimizar, maximizar y cerrar, posteriormente se muestra un label que indica el estado de la conexión, en el caso de que no se esté estableciendo conexión alguna aparecerá el letrero desactivado, y en el caso opuesto dirá activado.

Bajo el label que indica el estado de la conexión se encuentra un combo box, este permite seleccionar el puerto con el cual se desea establecer la conexión, en el aparecerá un listado de todos los COM reconocidos en ese momento por el PC, a la derecha de este aparece un botón que permite conectar o desconectar el puerto seleccionado, el mensaje del botón representa la acción a realizar, es decir si aparece conectar, es porque el puerto seleccionado se encuentra desconectado y se puede conectar, o viceversa.

Finalmente en la parte inferior aparecen 5 label en los cuales se muestra los valores de voltaje, corriente, potencia, huella de carbono y analogía, esto gracias a que los datos que han llegado mediante comunicación serial han sido interpretados, construyendo nuevamente el valor ADC de las señales de voltaje y corriente para posteriormente hallar su equivalente en voltaje y corriente real, valores que nos permiten encontrar potencia, huella de carbono y la analogía (tal como se hizo en el micro, multiplicando por los mismos factores, pues el ADC es el mismo)

8.2.4.1.1. Código de programación del ejecutable.

Para poder realizar el ejecutable se ha programado desde Visual Studio en Visual Basic describiendo básicamente las siguientes funciones.

Combo Box: búsqueda de puertos disponibles.

En primer lugar se crea la función de búsqueda de puertos (Ver Figura 36), para esto, se genera el combo box mostrado en el ejecutable, el cual es llenado con la totalidad de los puertos seriales encontrados por el computador, a cada puerto se le asigna una posición dentro del vector que constituye el combo box y la cual va cambiando gracias a un ciclo for que impide que alguna posición sea rescritas, ocasionando así el despreciar algún puerto detectado.

Si el valor del combo box es mayor a cero, es decir el programa detecto algún COM a través del cual pueda realizar una comunicación serial, en el aparecerá por defecto el COM albergado en la primera posición del vector, y se activara el uso del botón conectar. Por el contrario si no se detecta ningún COM, en el combo box aparecerá el mensaje “NO SE HA ENCONTRADO NINGUN PUERTO”, y el botón de conectar se deshabilitara.

```
Private Sub BuscarPuetos()  
    cmbPuertos1.Items.Clear()  
    For Each PuertoDisponible As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames  
        cmbPuertos1.Items.Add(PuertoDisponible)  
    Next  
    If cmbPuertos1.Items.Count > 0 Then  
        cmbPuertos1.Text = cmbPuertos1.Items(0)  
        btnConectar.Enabled = True  
    Else  
        MessageBox.Show("NO SE HA ENCONTRADO NINGUN PUERTO")  
        btnConectar.Enabled = False  
        cmbPuertos1.Items.Clear()  
    End If  
End Sub
```

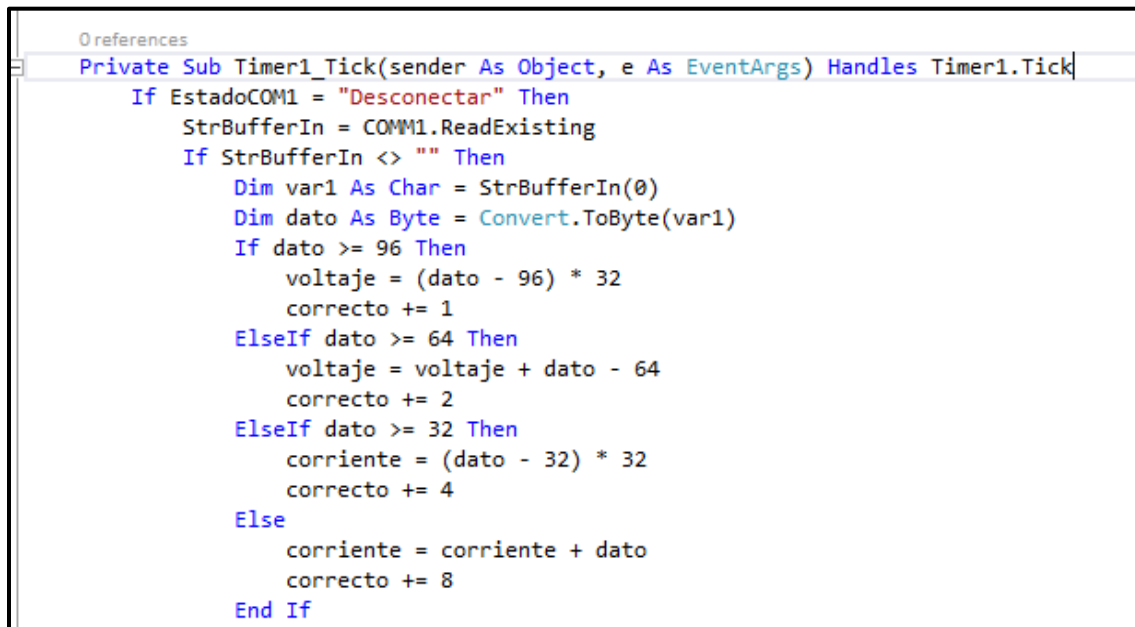
Figura 36. Búsqueda de puertos disponibles y generación de combo box.
Fuente. Medina R, Yadir

Lectura e interpretación de los datos.

Como ya se tiene la función para seleccionar el puerto a través del cual se puede establecer la comunicación, se crea una función formada por un timer de 100 mS dentro de la cual se dispone la lectura del puerto (Figura 37), pues anteriormente se seleccionó y activo el puerto pero no se había establecido la tarea a realizar. Al realizar la lectura del puerto el valor correspondiente al dato que llega está representado por un carácter, por tanto debe ser albergada en una variable de tipo

string, posteriormente esta variable es transformada a un entero que es igual al valor enviado desde el microcontrolador, para saber a qué variable corresponde dicho dato (V1,V2, I1 o I2), se hace uso de IF anidados en los que se pregunta si el valor numérico es superior o igual al valor numérico otorgado como cabecera, los if anidados deben ordenarse preguntando desde la cabecera de mayor valor hasta la de menor valor. Dentro de cada if que responde a cada cabecera se debe reestructurar el dato, es decir se debe restar el valor de cabecera que traían, al igual que los datos que corresponden a los 5 bits más significativos de cada señal se deben multiplicar por el valor en el cual fueron divididos (32), para así regresarles su peso, finalmente se suman las variables que albergan los 5 bits menos significativos, con la que alberga los 5 bits más significativos de cada señal, (por un lado voltaje y por el otro corriente), no se puede olvidar que, los datos reconstruidos corresponden al valor de la conversión ADC hecha por el microcontrolador.

Al entrar en cada if se suma a una variable llamada correcto un valor diferente, que al pasar por todos será igual a 15, el valor correspondiente a dicha variable nos indicara si han llegado el número de datos adecuado, es decir si el valor de esta es menor a 15 es porque no han llegado los 4 datos enviados, pero si es mayor es por que llegaron más de cuatro, y en ambos de estos casos dichos datos se deben despreciar pues pueden finalizar en la generación de errores, el único momento en el que los datos son utilizados para desarrollar las operaciones que obedecen a la relación entre conversión ADC y valor real de la variable a medir es cuando correcto es igual a 0.



```
0 references
Private Sub Timer1_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles Timer1.Tick
    If EstadoCOM1 = "Desconectar" Then
        StrBufferIn = COMM1.ReadExisting
        If StrBufferIn <> "" Then
            Dim var1 As Char = StrBufferIn(0)
            Dim dato As Byte = Convert.ToByte(var1)
            If dato >= 96 Then
                voltaje = (dato - 96) * 32
                correcto += 1
            ElseIf dato >= 64 Then
                voltaje = voltaje + dato - 64
                correcto += 2
            ElseIf dato >= 32 Then
                corriente = (dato - 32) * 32
                correcto += 4
            Else
                corriente = corriente + dato
                correcto += 8
            End If
        End If
    End If
End Sub
```

Figura 37.Reconstrucción de los datos adquiridos por comunicación serial
Fuente. Medina R, Yadir

Calculo de las variables de estudio y visualización en el ejecutable.

Si llega la totalidad de los datos y en el orden adecuado, es decir correcto es igual a 15, los valores del ADC correspondientes a Voltaje y corriente previamente reconstruidos son multiplicados por el mismo factor hallado en el capítulo uno, sección: Adquisición e interpretación de los datos, en el caso de voltaje por 0,1954 y en el de corriente por 0,0181159, realizado lo anterior, se multiplica voltaje por corriente para hallar potencia, y este último a su vez por los factores de conversión a huella de carbono y analogía, luego se muestran los valores hallados en el ejecutable a través de labels y se llena una variable denominada agregar con el valor de 20, esta variable ayudara posteriormente al programa a definir si el dato se agrega o no a la base de datos.

Si correcto es diferente de cero se regresa el contador de esta variable a cero al igual que se llena la variable agregar con el valor de 10

Finalmente se borra el buffer con el fin de que se encuentre vacío para recibir nuevos datos (Ver Figura 38).

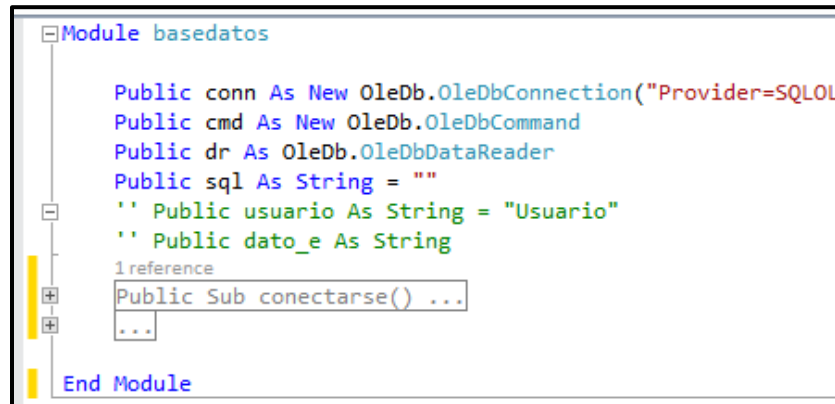
```
If correcto = 15 Then
    lbldatoCorri.Text = corriente
    lbldatoVolt.Text = voltaje
    correcto = 0
    volt = (voltaje * 123.4) / 923
    corr = (corriente - 509) * 1.7 / 50
    pote = volt * corr
    hc = 1
    analogia = 1
    lblAnalogia.Text = analogia
    lblCorriente.Text = corr
    lblVoltaje.Text = volt
    lblPotencia.Text = pote
    lblHC.Text = hc
    agregar = 20
ElseIf correcto > 15 Then
    correcto = 0
    agregar = 10
End If
'borrar bufer y string
StrBufferIn = ""
COMM1.DiscardInBuffer()
End If
```

Figura 38. Cálculo y visualización en el ejecutable de las variables de interés.
Fuente. Medina R, Yadir

Asignación y llenado de la base de datos

Para asignar la base de datos en la cual se guardarán los valores de interés, se debe hacer uso del módulo “base de datos” que otorga el software Visual Studio

(ver Figura 39), aquí se direccionan los datos hacia la base de datos, si la base de datos se alberga en el pc, se debe escribir la dirección en donde se halla almacenada, finalizando con el nombre otorgada a la misma, pero como la base de datos se generará desde el hosting gratuito en donde se almacenará la página web, es este quien otorga la dirección.



```

Module basedatos

    Public conn As New OleDb.OleDbConnection("Provider=SQLOL
    Public cmd As New OleDb.OleDbCommand
    Public dr As OleDb.OleDbDataReader
    Public sql As String = ""
    ' Public usuario As String = "Usuario"
    ' Public dato_e As String

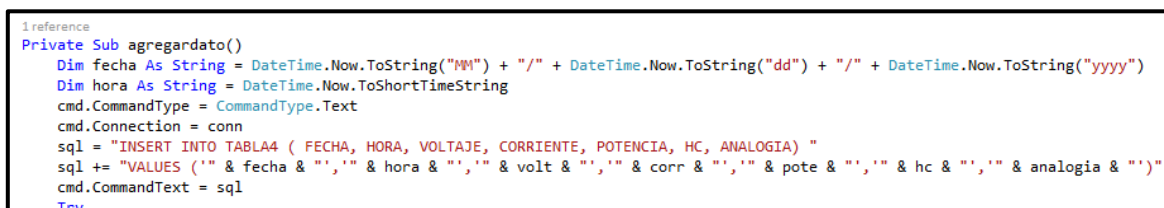
    1reference
    Public Sub conectarse() ...
    ...

End Module

```

Figura 39.Direccionamiento a la base de datos.
Fuente. Medina R, Yadir

Ahora, se crea una función denominada “agregardato”, como se muestra en la Figura 40, con la cual se busca realizar la escritura de los datos en la base de datos definida, para esto lo primero que se hace es llenar dos variables, la primera obedece a una variable que guardara como string la fecha en la cual se ha registrado el dato, tomando como referencia el calendario configurado en el PC, en la segunda variable se guarda la hora en que se realizó el registro, posteriormente se indican las columnas de la base de datos a afectar, para continuar determinando las variables con las cuales se verá afectada dichas columnas.



```

1reference
Private Sub agregardato()
    Dim fecha As String = DateTime.Now.ToString("MM") + "/" + DateTime.Now.ToString("dd") + "/" + DateTime.Now.ToString("yyyy")
    Dim hora As String = DateTime.Now.ToShortTimeString
    cmd.CommandType = CommandType.Text
    cmd.Connection = conn
    sql = "INSERT INTO TABLA4 ( FECHA, HORA, VOLTAJE, CORRIENTE, POTENCIA, HC, ANALOGIA) "
    sql += "VALUES ('" & fecha & "','" & hora & "','" & volt & "','" & corr & "','" & pote & "','" & hc & "','" & analogia & "')"
    cmd.CommandText = sql
    Try

```

Figura 40.Función de asignación de datos a la base de datos.
Fuente. Medina R, Yadir

Finalmente se crea un timer dentro del cual si la variable “agregar” es igual a 20, ósea llegaron la totalidad de los datos, llama la función “agregardato”, y agrega a la base de datos, el último dato existente en el buffer, esta escritura del dato se realiza cada minuto, como se muestra en la Figura 41.

```

References
Private Sub Timer2_Tick(sender As Object, e As EventArgs) Handles Timer2.Tick
    If agregar = 20 Then
        agregardato()
    End If
End Sub

```

Figura 41. Segmento de código en el cual se muestra como agregar un dato a la base de datos cada minuto.
Fuente. Medina R, Yadir

De esta manera se da por finalizada la elaboración del ejecutable con el cual realizar la lectura y manipulación de los datos adquiridos en el PC a través de comunicación serial.

8.3. Capítulo III. DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN EN LA WEB

Para realizar la página web desde la cual se puede visualizar los datos correspondientes a voltaje, corriente, potencia, huella de carbono y analogía, se ha hecho uso del software Visual Studio, pero ahora desde su extensión ASP.NET, la página cuenta con una sección en la cual se visualiza los últimos datos escritos en la base de datos, bajo estos aparece un botón de actualizar que permite realizar dicha acción cada vez que el usuario lo desee, pero de igual forma la página se actualizara de manera automática cada minuto, al lado derecho se ha ubicado un calendario en el que se puede seleccionar un día del cual se desee conocer el promedio de todas las variables, al seleccionarlo, bajo el calendario se muestra el promedio de todas las variables registradas. Y al finalizar aparecerá una Tabla en donde se podrán visualizar todos los datos adquiridos durante ese día, así como se presenta en la Figura 42.

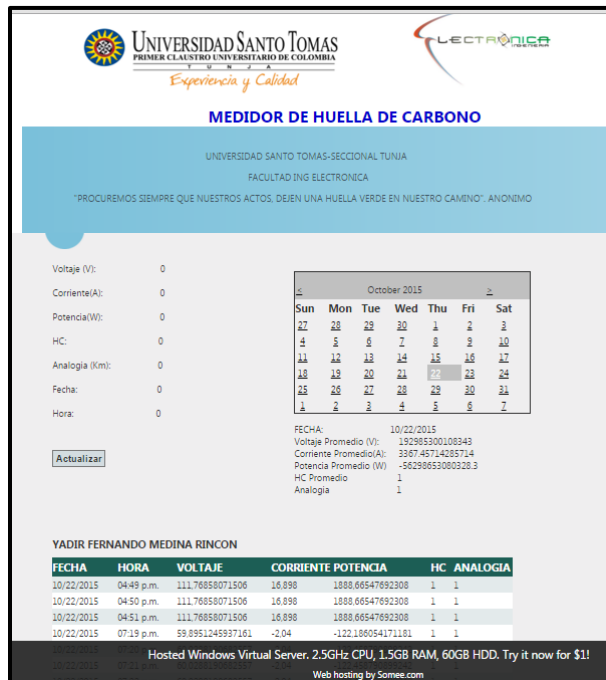


Figura 42. Página web desarrollada.
Fuente. Medina R, Yadir

Visual Studio, ofrece realizar la página web a través del uso principalmente de dos pestañas de trabajo, la primera de estas es la pestaña Default.aspx en donde se realiza lo correspondiente a el diseño de la misma, y la segunda, la pestaña default.aspx.vb quien a través de código permite asignar las funciones e interacciones con que cada uno de los objetos puestos en el diseño contara.

8.3.1. Lectura del último dato albergado en la base de datos

Lo primero a realizar mediante código, y que determina las funciones correspondientes a los label y el calendario puestos dentro del diseño de la página web, es realizar la lectura de los últimos datos añadidos a la base de datos, para esto, se direcciona la página hacia la base de datos agregada en el hosting, y en la cual se han agregado todos los datos adquiridos por el ejecutable realizado en el capítulo II, la dirección que posee la base de datos es añadida a una variable denominada conn, tal como se muestra en la Figura 43.

```
Public conn As New OleDb.OleDbConnection("Provider=SQLOLEDB;workstation id=medidorhc.mssql.somee.com;packet size=4096;")
Public cmd As New OleDb.OleDbCommand
Public dr As OleDb.OleDbDataReader
```

Figura 43. Página web desarrollada.
Fuente. Medina R, Yadir

Tras definir la ubicación o dirección de la base de datos, se procede a realizar una función que consulte los últimos datos registrados en esta, para lo cual se conecta

la página web con la base de datos, posteriormente deben indicarse las casillas con los valores a consultar, como en la base de datos se le otorga un nombre a cada columna, es este el nombre que se debe mencionar, tal como se ve en la Figura 44.

```
Public Sub consultardatos()  
    cmd.Connection = conn  
    cmd.CommandType = CommandType.Text  
  
    cmd.CommandText = "SELECT FECHA, HORA, VOLTAJE, CORRIENTE, POTENCIA, HC, ANALOGIA FROM TABLA4 WHERE ID = (SELECT MAX(ID) FROM TABLA4
```

Figura 44. Conexión con la base de datos y datos a consultar.
Fuente. Medina R, Yadir

Todos los datos consultados son albergados en un vector de cuantas posiciones como datos consultados se haya realizado, organizándolos en orden, la fecha quedara en la posición cero (0) del vector, hora en la posición uno (1) y así sucesivamente, dada la instrucción mostrada en la Figura 45, por lo tanto para visualizarlos se crean una serie de labels que son puestos en el diseño de la página y cuyo valor corresponde a la variable que representaran, esto se logra consultando de manera individual cada una de las posición del vector, es decir, el label corriente consultara exclusivamente, la posición del vector en donde se encuentre el dato de corriente.

```
Try  
    dr = cmd.ExecuteReader()  
    If dr.HasRows Then  
        While dr.Read()  
            lblFecha.Text = dr(0).ToString  
            lblHora.Text = dr(1).ToString  
            lblVoltaje.Text = dr(2).ToString  
            lblCorriente.Text = dr(3).ToString  
            lblPotencia.Text = dr(4).ToString  
            lblHC.Text = dr(5).ToString  
            lblAnalogia.Text = dr(6).ToString  
        End While  
    End Try
```

Figura 45. Segmento del código de la página web desarrollada para la visualización de los datos consultado.
Fuente. Medina R, Yadir

8.3.2. Consultar el promedio de los datos registrados en días anteriores.

Para consultar el promedio de los datos registrados anteriormente, se debe primero que todo albergar en una variable el dato entregado por el calendario puesto en la página web a la hora de pulsar alguna de sus fechas, luego este dato es comparado con los datos existentes en la columna fecha de la base de datos, y justo en el momento en el que encuentra similitudes empieza a sumar todos los datos de cada variable (voltaje, corriente, potencia, huella de carbono y analogía) cuya fecha corresponda a la seleccionada en el calendario, del mismo modo a medida que va sumando los datos encontrados, una variable se va incrementando en uno para de esta manera conocer la totalidad de datos registrados en ese día, situación que posteriormente permite realizar el promedio, como se presenta en la Figura 46.

```

cmd.CommandText = "SELECT VOLTAJE, CORRIENTE, POTENCIA, HC, ANALOGIA FROM TABLA4 WHERE FECHA='" & Calendar1.SelectedDate.ToString("MM") +
' MsgBox(cmd.CommandText.ToString)

Try
dr = cmd.ExecuteReader()
If dr.HasRows Then
While dr.Read()
' MsgBox(dr(0).ToString + "-" + dr(1).ToString + "-" + dr(2).ToString + "-" + dr(3).ToString + "-" + dr(4).ToString)
voltaje1 += Convert.ToDouble(dr(0))
corriente1 += Convert.ToDouble(dr(1))
potencia1 += Convert.ToDouble(dr(2))
hc1 += Convert.ToDouble(dr(3))
analogia1 += Convert.ToDouble(dr(4))
Cuenta += 1
End While
Else
'el dato no existe
End If
dr.Close()
Catch ex As Exception
' MsgBox(ex.ToString)
End Try

```

Figura 46.Segmento del código de la página web, en el que se consulta y suma, todos los datos que corresponden a una fecha en específico.

Fuente. Medina R, Yadir

Luego de poseer la suma de cada una de las variables, de todos los datos registrados en un día específico, se procede a dividirlos en el total de los datos registrados, ver Figura 47, para posteriormente visualizarlos en los labels puestos en la página web bajo el calendario.

```

voltaje1 = voltaje1 / Cuenta
corriente1 = corriente1 / Cuenta
potencia1 = potencia1 / Cuenta
hc1 = hc1 / Cuenta
analogia1 = analogia1 / Cuenta
lblVoltPromedio.Text = voltaje1
lblCorrPromedio.Text = corriente1
lblPotenciaPromedio.Text = potencia1
lblHCPromedio.Text = hc1
lblAnalogiaPromedio.Text = analogia1
End Sub

```

Figura 47.Segmento de código que realiza el promedio de los datos correspondientes a un día.

Fuente. Medina R, Yadir

8.3.3. Publicación de la página web.

Para poder publicar la página web desarrollada en internet, se hace uso de un proveedor de hosting gratuitos, que no solo permita publicar la página, sino que también ofrezca la posibilidad de crear y actualizar base de datos, para tal fin se ha hecho uso de SOME.E.com (Figura 48), quien ofrece importantes características en el uso de hosting gratuito, estas son:

- 1 x Hosting plan "Freebie"
- Forced advertising
- Storage capacity: 150MB
- Monthly transfer: 5GB/Month

- Web domains: 1
- ASP.Net 4.5/4.0/3.5/2.0/1.1
- AJAX 3.5/1.0
- Silverlight
- MS Access 2003, 2007
- Dedicated web application pool
- 1 x Email plan "Forwarder"
- 1 x MS SQL Plan "Novice"
- MS SQL database size:15MB
- MS SQL log size: 20MB
- Backup storage size: 40MB

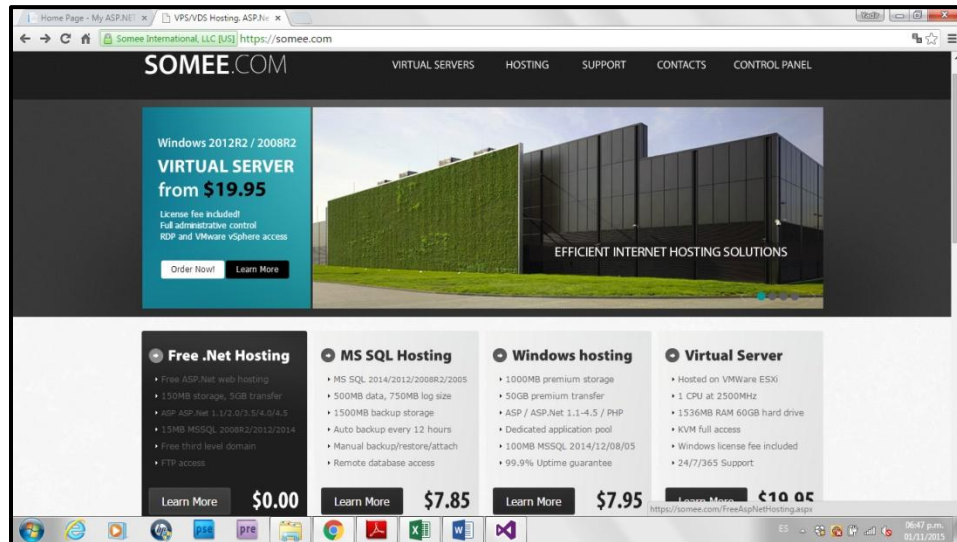


Figura 48. Página web del proveedor del hosting gratuito (somee).
Fuente. www.somee.com

Para poder hacer uso de este servicio, se debe crear una cuenta somee, al crearla se despliega una página de gestión (ver figura 49), en la cual se pueden realizar todas las operaciones de creación de la página web al igual que la elaboración de la base de datos.

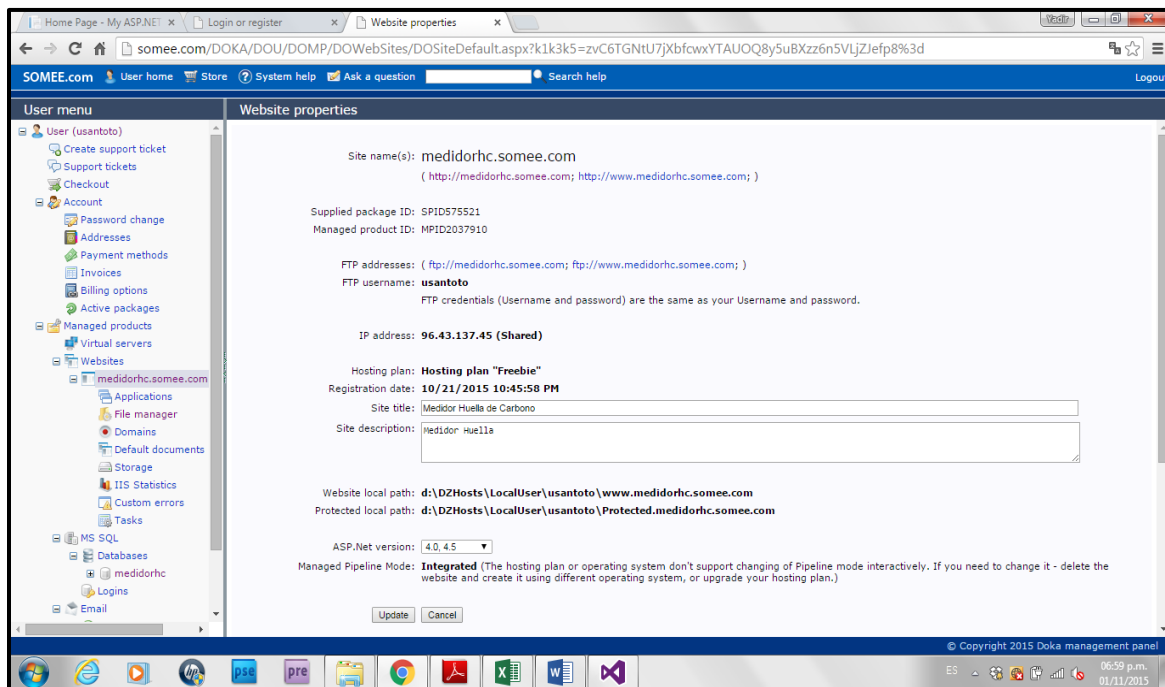


Figura 49. Gestor del website creado (medidorhc).
Fuente. www.somee.com

8.3.3.1. Publicación de la página.

Para realizar la publicación de la página web realizada en internet, en el menú en la parte derecha de la página de gestión proporcionada por somee, se crea un nuevo sitio web en la pestaña website, a la hora de crearlo se le otorga un nombre el cual para este proyecto es medidorhc y automáticamente, el proveedor del hostin asigna el dominio “medidorhc.somee.com”, al crear el website este ya aparecerá en el menú, por lo tanto se procede a seleccionarlo y a editarlo.

En la pestaña file manager del website medidorhc, se deben agregar todos los archivos creados por Visual Studio, para que de esta manera al ingresar al dominio medidorhc.somee.com aparecerá la página web diseñada en ASP.NET.

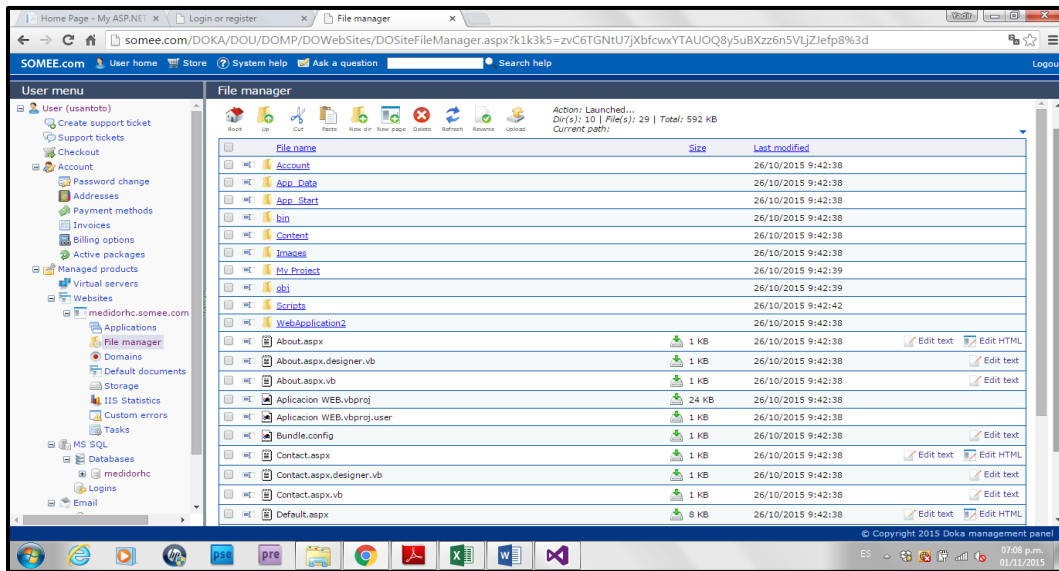


Figura 50. File manager del website.
Fuente. www.somee.com

La creación de la base de datos también se realiza desde el menú de usuario otorgado por la página de gestión de somee pero esta vez se realiza desde la pestaña MS sql, allí se crea una nueva base de datos y se le agrega la tabla en la cual se encontraran las columnas mencionadas en la escritura de los datos, al realizar clic sobre la base de datos creada, se muestra todas las características e información de la misma, dentro de las cuales hay que destacar la dirección que se usa para direccionar tanto el ejecutable que realizara la escritura de los datos en la base de datos, como la página web a la hora de consultar los datos.

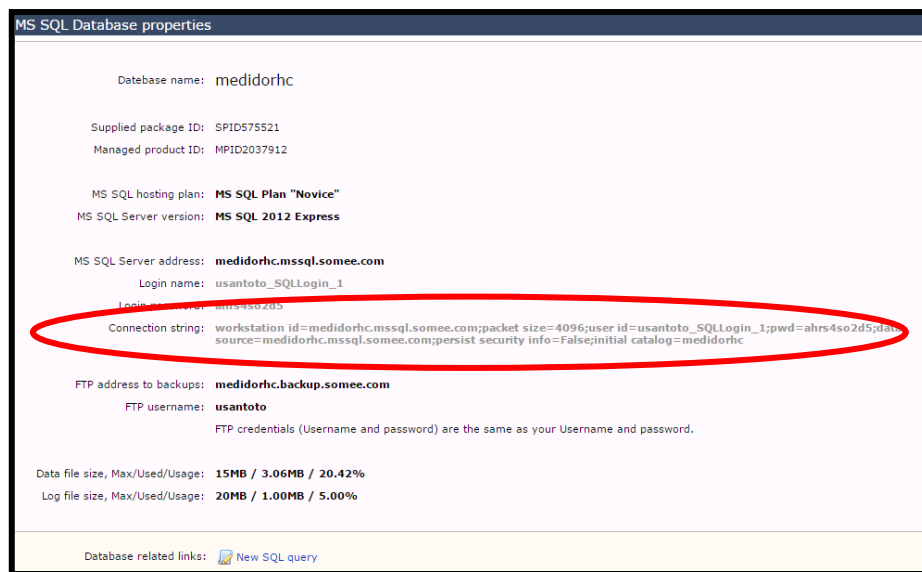


Figura 51. Dirección de la base de datos.
Fuente. www.somee.com

9. APORTES DEL TRABAJO.

Artículos redactados para ser presentados en eventos internacionales en donde se destaca:

Presentaciones como ponente en:

- SEGUNDO CONGRESO DE ENERGÍAS SOSTENIBLES, Universidad Santo Tomas seccional Bogotá.
- I ENCUENTRO DE APROPIACIÓN DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA EN LAS COMUNIDADES DE LA COSTA CARIBE COLOMBIANA , Universidad del Atlántico, Barranquilla (2014).
- CONGRESO INTERNACIONAL DE ENERGÍA 2015, México.
- IV Congreso Internacional de Instrumentación Control y Telecomunicaciones (CIICT 2015) de la Universidad Santo Tomas Sede Tunja,
- Red Colombiana de Semilleros de Investigación (REDCOLSI), a nivel Regional, en la modalidad de ponencia, año 2015, se logró el paso a Nacionales.

Posibilidades de publicación

- Revista. International Journal of Chemical Reactor Engineering, (INT. J. CHEM. REACT. ENG. ISSN 1542-6580 Clasificación indexada A1 vista en BBSC-INSPEC, SCOPUS, SJR). Artículo. CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO POR CONSUMO ELÉCTRICO PARA EDIFICACIONES EN TIEMPO REAL
- Revista Mexicana de Ingeniería Química (ISSN 1665-2738 Clasificación Indexada A1 vista en BBSC-Chemical Abstracts, IBGC- JCR, Red ALyC, IB-SCI, SCOPUS, SJR). Artículo. CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO POR CONSUMO ELÉCTRICO PARA EDIFICACIONES EN TIEMPO REAL
- Revista Internacional de Innovación Tecnológica, Energy and Environment Journal. Artículo. CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO POR CONSUMO ELÉCTRICO PARA EDIFICACIONES EN TIEMPO REAL

Participación en:

- V congreso Internacional de Eficiencia y Gestión Energética, Cartagena 2016 (Artículo en revisión).
- Concurso de innovación “innovo por mi región”, organizado por la USTA-Tunja.

10. CONCLUSIONES.

Se logró diseñar y construir un dispositivo medidor de huella de carbono para edificaciones por concepto de consumo eléctrico cuyo monitoreo no solo se realiza de manera local, sino también remota, a través de la implementación de una página web albergada en un Hosting gratuito.

Haciendo uso de las herramientas ofrecidas por la ingeniería electrónica, es posible elaborar dispositivos que soporten los procesos de capacitación y concientización del uso racional de la energía, otorgándole a la sociedad datos tangibles y en tiempo real.

Se logró establecer una aplicación web desde la cual se puede consultar la base de datos en la cual se albergan los datos adquiridos en tiempo real, esta consulta se puede realizar en el momento en el cual el usuario lo desee, desde cualquier dispositivo que posea acceso a internet, situación que le ofrece versatilidad y confianza al dispositivo creado.

Se realizó un proceso de parametrización sobre el sensor de corriente, hecho que le otorga confiabilidad a los datos adquiridos

Se elaboró un sistema con la capacidad de sensor instalaciones con un requerimiento electrónico de hasta 8400 W

La solución para la disminución de huella de carbono producida por las diferentes plantas de energía que abastecen al mundo del servicio eléctrico, no solo radica en la implementación y desarrollo de energías alternativas tales como la eólica, la solar, entre otras, sino primordialmente en la concientización del uso racional de la energía, de cada uno de los usuarios del servicio.

Se considera pertinente no hacer uso de plataformas de desarrollo Arduino y en su lugar implementar circuitos micro controlados creados propiamente para la aplicación de estudio ya que esto no solo amplía las posibilidades de trabajo sino también reduce costos.

Prácticas tan sencillas como el desconectar los electrodomésticos que no se encuentren en uso, disminuyen notablemente la producción de huella de carbono generada por una población eléctricamente dependiente.

Las propiedades y características del sensor de efecto Hall utilizado para el sensado de corriente, facilitan notoriamente la ejecución de dicha medida, ya que evitan el tener que abrir el circuito para poder llevar a cabo el proceso de cálculo de huella de carbono, lo que disminuye los tiempos de operatividad al igual que reduce los riesgos de choque eléctrico del operario.

El fraccionar cada uno de los datos correspondientes a la señal de corriente y voltaje, a la hora de transmitirlos al servidor, permite trabajar con ADC de hasta diez bits, situación que otorga una mayor resolución al dispositivo (aproximadamente 5 veces mayor), que si se hubiera trabajado con ADC de 8 bits.

Cuando se requiere consultar datos correspondientes a fechas, y que estos se hayan albergado en bases de datos, es de suma importancia tener en cuenta el formato en el cual fueron guardados para de esta misma manera poder consultarlos.

Todos los datos numéricos que se deseen usar en las aplicaciones desarrolladas a través de ASP.NET y Visual.NET y cuyo origen radique en la comunicación serial deben ser convertidos al tipo correspondiente, ya que estos siempre son adquiridos como caracteres.

El conocimiento y uso de hosting gratuitos reducen el costo de operatividad del sistema, ya que existen proveedores cuyos servicios permiten realizar tareas altamente pertinentes en el ámbito científico y a la vez empresarial.

Dado que el hostin en el cual se ha almacenado la página web desarrollada es de naturaleza gratuita. Esta página debe ser consultada de manera periódica, pues de no hacerlo el dominio otorgado puede ser deshabilitado, llevando a que la página deje de existir en la red.

Al momento de realizar la escritura en el puerto serial por parte del microcontrolador, y si se está usando el compilador PIC C, no se debe hacer mediante el comando printf, ya que este envía los caracteres ASCII cuya representación gráfica corresponde al dato enviado, situación que de tratarse de un entero, el ASCII a enviar no es aquel cuyo valor sea el entero, sino quien lo represente, es decir en el caso del entero 64, enviara el ASCII 64 quien corresponde a dos valores y no el @, por lo tanto debe usarcé es el comando putc.

BIBLIOGRAFÍA.

- Viglizzo.E. (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el cono sur de Suramérica*.
- García.E ,(2008). *Copilador C CCS y Simulador Proteus*, Alfaomega grupo editorial. Mexico .
- Boylestad.R (2004), *Introducción al Análisis de Circuitos*, Pearson Educación, México.
- Balcells J, Romeral J. (1997). *Autómatas Programables*. España: Marcombo.
- Andrea, S., Pérez, Q., Enrique, S., Osorno, A., Janet, M., Garzón, G., Elías, D., et al. (2012). Semillero “Cuida tu huella”: experiencias, compromisos y proyecciones de la gestión e investigación ambiental en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), 7(2), 118–125.
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012a). *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*. *Información tecnológica*, 23(1), 163–176. doi:10.4067/S0718-07642012000100017
- Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012b). *Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro*. *Información tecnológica*, 23(1), 177–192. doi:10.4067/S0718-07642012000100018
- F.-Y. Xu and Y.-N. Ma, “Impact of smart metering on energy efficiency,” in *Proc. of the Int. Conf. Machine Learning and Cybernetics (ICMLC)*, Qingdao, China, pp. 3213-3218, July 2010.
- V. Bashko, C. David, S. Kuryla, V. Perelman, and J. Schauer, “Design and prototype implementation of the WattsApp telemetry platform,” in *Proc. of the Int. Conf. on Green Computing and Communications (GreenCom)*, Besançon, France, pp. 72-78, November 2012.

INFOGRAFIA

- <http://www.iso.org/>
- <http://emas.com.co/>
- <https://msdn.microsoft.com>
- www.endesaeduca.com

ANEXOS.

- A. Artículo. CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MEDIDOR DE LA HUELLA DE CARBONO POR CONSUMO ELÉCTRICO PARA EDIFICACIONES EN TIEMPO REAL
- B. Archivo “Electricity-specific emission factors for grid electricity”
- C. Hoja técnica PIC 16F877A
- D. Hoja técnica SHT-030-100
- E. Hoja técnica HC-06
- F. Parametrización de corriente.
- G. Manual de usuario.